

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/022226

International filing date: 28 November 2005 (28.11.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-347903
Filing date: 30 November 2004 (30.11.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 January 2006 (03.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 1 月 3 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 4 7 9 0 3

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

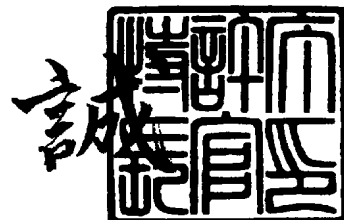
J P 2 0 0 4 - 3 4 7 9 0 3

出 願 人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2 0 0 5 年 1 2 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



| | |
|-----------|-----------------------------------|
| 【書類名】 | 特許願 |
| 【整理番号】 | P008363 |
| 【提出日】 | 平成16年11月30日 |
| 【あて先】 | 特許庁長官 殿 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 中島 晴恵 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 野村 亮二 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 安部 寛子 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 瀬尾 哲史 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 坂田 淳一郎 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 熊木 大介 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 池田 寿雄 |
| 【特許出願人】 | |
| 【識別番号】 | 000153878 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社半導体エネルギー研究所 |
| 【代表者】 | 山崎 舜平 |
| 【手数料の表示】 | |
| 【予納台帳番号】 | 002543 |
| 【納付金額】 | 16,000円 |
| 【提出物件の目録】 | |
| 【物件名】 | 特許請求の範囲 1 |
| 【物件名】 | 明細書 1 |
| 【物件名】 | 図面 1 |
| 【物件名】 | 要約書 1 |

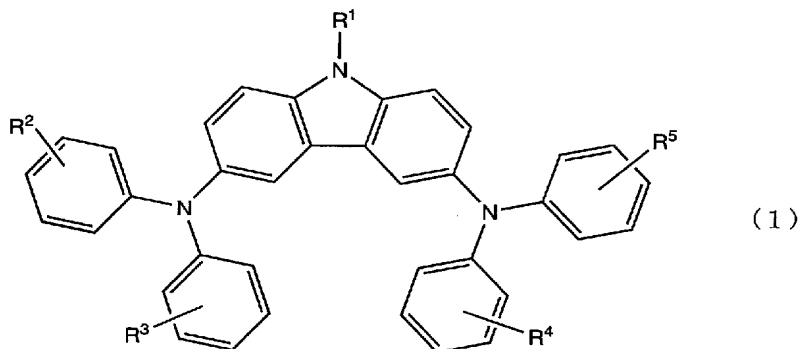
【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする発光素子。

【化 1】



【請求項 2】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に複数の層を有し、

前記複数の層は、発光物質を含む層と、少なくとも一層の正孔を発生させる機能を有する層とを含み、

前記正孔を発生させる機能を有する層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする発光素子。

【請求項 3】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に複数の層を有し、

前記複数の層は、発光物質を含む層と、少なくとも一層の正孔を輸送する機能を有する層とを含み、

前記正孔を輸送する機能を有する層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする発光素子。

【請求項 4】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有し、

前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第 1 の電極との間に設けられ、

前記第 1 の電極における電位が前記第 2 の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有し、

前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第 2 の電極との間に設けられ、

前記第 1 の電極における電位が前記第 2 の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有し、

前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第 1 の電極との間、及び前記発光物質を含む層と前記第 2 の電極との間に設けられ、

前記第 1 の電極における電位が前記第 2 の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする発光素子。

【請求項 7】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、金属酸化物とを有することを特徴とする発光素子。

【請求項 8】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に複数の層を有し、

前記複数の層は、発光物質を含む層と、少なくとも一層の正孔を発生させる機能を有する層とを含み、

前記正孔を発生させる機能を有する層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、金属酸化物とを有することを特徴とする発光素子。

【請求項 9】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に複数の層を有し、

前記複数の層は、発光物質を含む層と、少なくとも一層の正孔を輸送する機能を有する層とを含み、

前記正孔を輸送する機能を有する層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と金属酸化物とを有することを特徴とする発光素子。

【請求項 10】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と金属酸化物とを有し、

前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と金属酸化物とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第 1 の電極との間に設けられ、

前記第 1 の電極における電位が前記第 2 の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする発光素子。

【請求項 11】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と金属酸化物とを有し、

前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と金属酸化物とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第 2 の電極との間に設けられ、

前記第 1 の電極における電位が前記第 2 の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする発光素子。

【請求項 12】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、金属酸化物とを有し、

前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と金属酸化物とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第 1 の電極との間、及び前記発光物質を含む層と前記第 2 の電極と

の間に設けられ、

前記第 1 の電極における電位が前記第 2 の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする発光素子。

【請求項 1 3】

請求項 7 乃至 1 2 において、

前記金属酸化物は、周期表第 4 族～第 1 2 族のいずれかの遷移金属の酸化物から選ばれた一または複数であることを特徴とする発光素子。

【請求項 1 4】

請求項 7 乃至 1 2 において、

前記金属酸化物は、周期表第 4 族～第 8 族のいずれかの遷移金属の酸化物から選ばれた一または複数であることを特徴とする発光素子。

【請求項 1 5】

請求項 7 乃至 1 2 において、

前記金属酸化物は、モリブデン酸化物 (MoO_x)、バナジウム酸化物 (VO_x)、ルテニウム酸化物 (RuO_x)、タンゲステン酸化物 (WO_x)、レニウム酸化物 (ReO_x)、チタン酸化物 (TiO_x)、クロム酸化物 (CrO_x)、ジルコニウム酸化物 (ZrO_x)、ハフニウム酸化物 (HfO_x)、タンタル酸化物 (TaO_x) から選ばれた一または複数であることを特徴とする発光素子。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の発光素子を画素若しくは光源として用いることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の発光装置を用いていることを特徴とする電子機器。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光素子、発光装置、及び電子機器

【技術分野】

【0001】

本発明は一对の電極間に複数の層が挟まれた構成を有する発光素子に関し、特に複数の層のうち少なくとも一層として用いることのできる層の構成に関する。

【背景技術】

【0002】

エレクトロルミネッセンス素子（発光素子）からの発光を利用した発光装置は、表示用または照明用の装置として注目されている。

【0003】

発光装置に用いられる発光素子としては、一对の電極間に発光性化合物を含む層が挟まれた構成を有するものがよく知られている。

【0004】

このような発光素子では、一方の電極は陽極として、他方の電極は陰極としてそれぞれ機能し、陽極側から注入された正孔と、陰極側から注入された電子とが再結合して励起状態の分子を形成し、それが基底状態に戻るときに光を放出する。

【0005】

ところで、近年急速に開発が進んだ各種情報処理機器に組み込むための表示用装置においては特に低消費電力化への要求が高く、これを達成するために発光素子の低駆動電圧化が試みられている。また、商品化を踏まえれば、低駆動電圧化のみならず発光素子の長寿命化もまた重要であり、これを達成するための発光素子の開発が進められている。

【0006】

例えば特許文献1では、モリブデン酸化物等の仕事関数の高い金属酸化物を陽極に用いることで発光素子の低駆動電圧化する技術について開示されている。また、この特許文献1で開示される技術によって、長寿命化に対する効果も得られる。

【0007】

しかし、モリブデン酸化物は結晶化しやすいため、結晶化に起因した発光素子の動作不良を十分に低減させることができない。すなわち、モリブデン酸化物が結晶化して凸部を形成することによって平坦性を失ってしまうため、ショートしやすくなり、発光素子の動作不良を引き起こし易いという問題があった。

【特許文献1】 特開平9-63771号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、化合物の酸化及び結晶化に起因した動作不良を低減できる発光素子を提供することを課題とする。

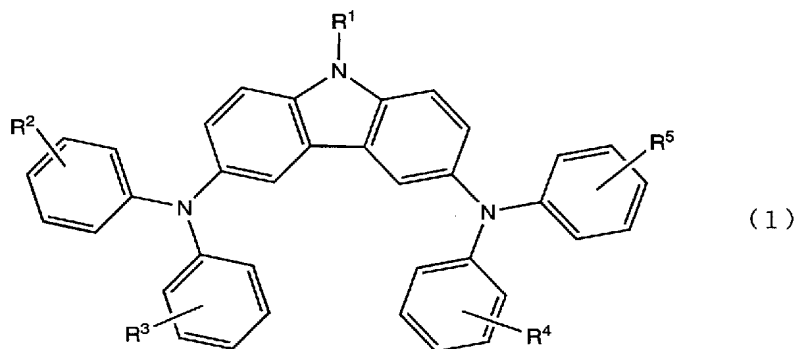
また、本発明は、駆動電圧が低く、また従来の発光素子よりもさらに長寿命化できる発光素子を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の発光素子は、第1の電極と第2の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、前記複数の層のうち少なくとも一層は、下記一般式（1）で表されるカルバゾール骨格を有する化合物（カルバゾール誘導体）と、下記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする。

【0010】



(式中、 R_1 は、水素、ハロゲン、シアノ基、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のハロアルキル基、炭素数1～20のアルコキシ基、置換又は無置換のアリール基、置換または無置換の複素環残基、 $R_2 \sim R_5$ はそれぞれ同一でも異なっても良く、水素、ハロゲン、シアノ基、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のアルコキシ基、炭素数1～20のアシル基、炭素数1～20のハロアルキル基、炭素数1～20のジアルキルアミノ基、炭素数1～20のジアリールアミノ基、置換または無置換の複素環残基、カルバゾリル基を示す。)

【0011】

上記のような構成、すなわち、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを1つの層に共存させることにより、電圧が発光素子に印加される前においても、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体は、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質によって電子を奪われる。つまり一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体は酸化され、そして正孔が発生する。

【0012】

よって、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」は、正孔を発生させる機能を有する。

【0013】

よって、本発明の発光素子は、

第1の電極と第2の電極との間に複数の層を有し、

前記複数の層は、発光物質を含む層と、少なくとも一層の正孔を発生させる機能を有する層とを含み、

前記正孔を発生させる機能を有する層は、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする。

【0014】

そして、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」を設けることによって、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」において、正孔を発生させることができるため、第1または第2の電極を構成する材料として、仕事関数が高い導電膜も仕事関数が低い導電膜も使用することができる。

【0015】

つまり、従来の発光素子においては、陽極から発光物質を含む層に正孔を注入するために陽極として仕事関数が高い導電膜を使用していた。しかし、本発明においては、正孔を発生する機能を有する層が存在しているため、陽極として仕事関数の高い導電膜を用いなくてもよい。

【0016】

そして、「一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、下記一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」は、正孔を発生させる機能を有するため、キャリア密度が上昇する。その結果、導電性が良くなるため、「一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、下記一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」の厚さに依存した駆動電圧の変化が少ない。その為、「一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、下記一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」の厚さを変えることによって発光物質を含む層と第１の電極または第２の電極との間の距離を調整することが容易にできる。

【0017】

つまり、効率よく外部に発光を取り出せるような長さとなるように、あるいは外部に取り出された発光の色純度が良くなる長さとなるように、発光した光が通る光路の長さ（光路長）を調節することが容易である。また、「一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、下記一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」の厚さを厚くすることによって第１の電極の表面の凹凸を緩和し、電極間の短絡を防ぐことを容易にできる。

【0018】

また、「一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、下記一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」は、導電性が良いため、正孔を輸送する機能にも優れている。

【0019】

よって、本発明の発光素子は、
第１の電極と第２の電極との間に複数の層を有し、
前記複数の層は、発光物質を含む層と、少なくとも一層の正孔を輸送する機能を有する層とを含み、
前記正孔を輸送する機能を有する層は、一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする。

【0020】

また、本発明の発光素子の上記複数の構成において、
一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第１の電極との間に設けられ、
前記第１の電極における電位が前記第２の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする。

【0021】

また、本発明の発光素子の上記複数の構成において、
一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第２の電極との間に設けられ、
前記第１の電極における電位が前記第２の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする。

【0022】

また、本発明の発光素子の上記複数の構成において、
一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（１）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層は、前記発光物質を含む層と前記第１の電極との間、及び前記発光物質を含む層と前記第２の電極との間に設けられ、
前記第１の電極における電位が前記第２の電極における電位よりも高くなるように電圧を印加すると発光する素子構造となっていることを特徴とする。

【0023】

一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質としては、金属酸化物が挙げられる。

【0024】

そして、上記一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質として、金属酸化物のなかでも周期表第4族～第12族のいずれかの遷移金属の酸化物を用いることが好ましい。

【0025】

また、上記一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体は、2つのトリフェニルアミン骨格を有している。

そして、モリブデン酸化物(MoO_x)、バナジウム酸化物(VO_x)、ルテニウム酸化物(RuO_x)、タングステン酸化物(WO_x)、レニウム酸化物(ReO_x)、チタン酸化物(TiO_x)、クロム酸化物(CrO_x)、ジルコニウム酸化物(ZrO_x)、ハフニウム酸化物(HfO_x)、タンタル酸化物(TaO_x)等の周期表第4族～第8族のいずれかの遷移金属の酸化物は、このトリフェニルアミン骨格に対して特に電子受容性を示すことがわかっている。

【0026】

よって、上記一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質としては、例えばモリブデン酸化物(MoO_x)、バナジウム酸化物(VO_x)、ルテニウム酸化物(RuO_x)、タングステン酸化物(WO_x)、レニウム酸化物(ReO_x)、チタン酸化物(TiO_x)、クロム酸化物(CrO_x)、ジルコニウム酸化物(ZrO_x)、ハフニウム酸化物(HfO_x)、タンタル酸化物(TaO_x)等の周期表第4族～第8族のいずれかの遷移金属の酸化物を用いることが好ましい。

【0027】

また、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」における、電子受容性を示す物質とカルバゾール誘導体との最適な混合モル比は、電子受容性を示す物質／カルバゾール誘導体＝0.1～10、好ましくは0.5～2である。

【0028】

なお、前記複数の層は、キャリア注入性の高い物質を有する層やキャリア輸送性の高い物質を有する層等を組み合わせて構成されたものである。前記複数の層の構造については、発光物質を含む層において発光領域が形成されるような構造、つまり発光物質を含む層においてキャリア(担体)の再結合が行われるような構造となっていればよく、目的に応じて前記複数の層の構造を適宜選択することができる。

【0029】

また、発光物質を含む層は、単層であっても多層であってもよい。また、多層である場合には、少なくとも一層に発光物質が含まれていればよい。

【0030】

なお、本発明の発光素子は、発光物質を含む層におけるキャリアの再結合により生じる光が、前記第1及び第2の電極の一方のみから外部に出射する構成としてもよいし、第1及び第2の電極の両方から外部に出射される構成としてもよい。

【0031】

第1の電極側から光を出射させる場合には、第1の電極を透光性の材料で形成し、第2の電極側から光を出射させる場合には、第2の電極を透光性の材料で形成し、第1及び第2の電極の両方側から光を出射させる場合には、第1及び第2の電極の両方を透光性の材料で形成すればよい。

【0032】

また本発明の発光素子は基板上に支持されていることが好ましく、該基板について特に制限はなく、従来の発光素子に用いられているもの、例えば、ガラス、石英、透明プラスチックなどからなるもの等を用いることができる。

【0033】

本発明の発光装置は、上記に述べた発光素子のいずれかを画素もしくは光源として用いたものである。

【0034】

本発明の電子機器は、上記に述べた発光素子のいずれかを画素として用いた発光装置を表示部に用いたものである。

【0035】

本発明の電子機器は、上記に述べた発光素子のいずれかを光源として用いた発光装置を照明部に用いたものである。

【発明の効果】

【0036】

本発明の発光素子は、第1の電極と第2の電極の間の複数の層のうち少なくとも1つの層を、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層とすることによって、金属酸化物で陽極を形成した場合に発生する結晶化に起因した発光素子の動作不良の問題を解決し、かつ低駆動電圧化することができる。

【0037】

また、本発明の発光素子は、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」において電圧印加前でも電子の授受が行われるため、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」は非常に導電性の高い膜となる。従って、駆動電圧及び消費電力の小さい電界発光素子を提供することができる。

【0038】

さらに、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」の厚膜化に比例して駆動電圧が上昇することが少ない。

【0039】

よって、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」を電圧上昇を伴うことなく厚膜化して短絡を防止したり、光学設計を最適化することが可能となり、信頼性が高く、発光効率の高い電界発光素子を提供することができる。

【0040】

さらに、「一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有する層」は結晶化し難いため、層の結晶化に起因した動作不良の少ない電界発光素子を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

以下、本発明の一態様について説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0042】

(実施の形態1)

本発明の発光素子の一態様について図1を用いて説明する。

【0043】

図1には、第1の電極101と第2の電極102との間に第1の層111、第2の層112、第3の層113、第4の層114、第5の層115を有する発光素子が表示されている。

【0044】

この第1の層は、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体と、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対し電子受容性を示す物質とを混合して形成された層である。この第1の層は、正孔を発生する機能を有するため、以下においては、正孔発生層と呼ぶこととする。

第2の層112は正孔輸送層、第3の層113は発光層、第4の層114は電子輸送層である。そして、第5の層115は、電子を発生する機能を有する層であり、以下においては第5の層を電子発生層と呼ぶこととする。

【0045】

第1の電極101の電位が第2の電極102の電位よりも高くなるように第1の電極101と第2の電極102とに電圧を印加したとき、発光層113には、第1の電極101側から正孔が注入され、第2の電極102側から電子が注入される。そして、発光層113に注入された正孔と電子とは再結合する。発光層113には発光物質が含まれており、再結合によって生成された励起エネルギーによって発光物質は励起状態となる。励起状態となった発光物質は、基底状態に戻るときに発光する。

【0046】

また、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質は、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して、モル比の値が0.1~10、より好ましくは0.5~2(=電子受容性を示す物質/カルバゾール誘導体)となるように含まれていることが好ましい。

【0047】

一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質としては、金属酸化物が挙げられる。金属酸化物のなかでも、周期表第4族~第12族のいずれかの遷移金属の酸化物を用いるのが好ましく、モリブデン酸化物(MoO_x)、バナジウム酸化物(VO_x)、ルテニウム酸化物(RuO_x)、タングステン酸化物(WO_x)、レニウム酸化物(ReO_x)、チタン酸化物(TiO_x)、クロム酸化物(CrO_x)、ジルコニウム酸化物(ZrO_x)、ハフニウム酸化物(HfO_x)、タンタル酸化物(TaO_x)等の周期表第4族~第8族のいずれかの遷移金属の酸化物を用いることがさらに好ましい。

【0048】

また、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質は、一種類を用いても、複数種類を用いてもよい。

【0049】

一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質と一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体とを組み合わせることで、正孔発生層111の結晶化を抑制することができ、結晶化に起因した素子の動作不良を低減することができる。

【0050】

このような構成の正孔発生層111において、一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体は、電子受容性を示す物質によって電子を奪われる。つまり一般式(1)で表されるカルバゾール誘導体は酸化され、そして正孔が発生する。

【0051】

また、発光層113は、発光物質を含んでいる。ここで、発光物質とは、発光効率が良好で、所望の波長の発光をし得る物質である。発光層113は、発光物質のみから形成された層であってもよいが、濃度消光を生じる場合は、発光物質の有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する物質からなる層中に、発光物質が分散するように混合された層であることが好ましい。発光層113に発光物質を分散して含ませることで、発光が濃度に起因して消光してしまうことを防ぐことができる。ここで、エネルギーギャップとはLUMO準位とHOMO準位との間のエネルギーギャップをいう。

【0052】

発光物質について特に限定はなく、発光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質を用いればよい。

【0053】

例えば、赤色系の発光を得たいときには、4-ジシアノメチレン-2-イソプロピル-6-[2-(1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン（略称：DCJT I）、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-[2-(1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン（略称：DCJT）、4-ジシアノメチレン-2-tert-ブチル-6-[2-(1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン（略称：DCJT B）やペリフランテン、2, 5-ジシアノ-1, 4-ビス[2-(10-メトキシ-1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]ベンゼン等、600 nmから680 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を発光物質として用いることができる。

【0054】

また緑色系の発光を得たいときは、N, N'-ジメチルキナクリドン（略称：DMQ d）、クマリン6やクマリン545 T、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq₃）等、500 nmから550 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を発光物質として用いることができる。

【0055】

また、青色系の発光を得たいときは、9, 10-ビス（2-ナフチル）-tert-ブチルアントラセン（略称：t-BuDNA）、9, 9'-ビアントリル、9, 10-ジフェニルアントラセン（略称：DPA）、9, 10-ビス（2-ナフチル）アントラセン（略称：DNA）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）-4-フェニルフェノラト-ガリウム（略称：BGaq）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）-4-フェニルフェノラト-アルミニウム（略称：BA1q）等、420 nmから500 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を発光物質として用いることができる。

【0056】

以上のように、蛍光を発光する物質の他、ビス[2-(3, 5-ビス（トリフルオロメチル）フェニル）ピリジナト-N, C^{2'}]イリジウム（III）ピコリナート（略称：Ir（CF₃ppy）₂（pic））、ビス[2-(4, 6-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C^{2'}]イリジウム（III）アセチルアセトナート（略称：F Ir（aac））、ビス[2-(4, 6-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C^{2'}]イリジウム（III）ピコリナート（略称：F Ir（pic））、トリス（2-フェニルピリジナト-N, C^{2'}）イリジウム（略称：Ir（ppy）₃）等の燐光を発光する物質も発光物質として用いることができる。

【0057】

また、発光物質と共に発光層113に含まれ、発光物質を分散状態にするために用いられる物質について特に限定はなく、発光物質として用いる物質のエネルギーギャップ等を勘案して適宜選択すればよい。

【0058】

例えば、9, 10-ジ（2-ナフチル）-2-tert-ブチルアントラセン（略称：t-BuDNA）等のアントラセン誘導体、または4, 4'-ビス（N-カルバゾリル）ビフェニル（略称：CBP）等のカルバゾール誘導体、2, 3-ビス（4-ジフェニルアミノフェニル）キノキサリン（略称：TPAQn）、2, 3-ビス{4-[N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ]フェニル}ジベンゾ[f, h]キノキサリン（略称：NPADiBzQn）等のキノキサリン誘導体の他、ビス[2-（2-ヒドロキシフェニル）ピリジナト]亜鉛（略称：Znp₂）、ビス[2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト]亜鉛（略称：ZnBOX）等の金属錯体等を発光物質と共に用いることができる。

【0059】

正孔輸送層112は、正孔を輸送する機能を有する層であり、本形態の発光素子においては、正孔発生層111から発光層113へ正孔を輸送する機能を有する。

正孔輸送層 1 1 2 を設けることによって、正孔発生層 1 1 1 と発光層 1 1 3 との距離を離すことができ、その結果、正孔発生層 1 1 1 に含まれている金属に起因して発光が消光することを防ぐことができる。

【 0 0 6 0 】

正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。

なお、正孔輸送性の高い物質とは、電子よりも正孔の移動度が高く、電子の移動度に対する正孔の移動度の比の値（＝正孔移動度／電子移動度）が 1 0 0 よりも大きい物質をいう。

【 0 0 6 1 】

正孔輸送層 1 1 2 を形成するのに用いることができる物質の具体例としては、4, 4'-ビス【N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ】ビフェニル（略称：NPB）、4, 4'-ビス【N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ】ビフェニル（略称：TPD）、4, 4', 4''-トリス（N, N-ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4, 4', 4''-トリス【N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ】トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4, 4'-ビス【N-【4-（N, N-ジメチルアミノ）フェニル】-N-フェニルアミノ】ビフェニル（略称：DNTPD）、1, 3, 5-トリス【N, N-ジ（メチル）アミノ】ベンゼン（略称：m-MTDAB）、4, 4', 4''-トリス（N-カルバゾリル）トリフェニルアミン（略称：TCTA）、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）、バナジルフタロシアニン（略称：VOPc）等が挙げられる。

【 0 0 6 2 】

電子輸送層 1 1 4 は、電子を輸送する機能を有する層であり、本形態の発光素子においては、電子発生層 1 1 5 から発光層 1 1 3 へ電子を輸送する機能を有する。電子輸送層 1 1 4 を設けることによって、第 2 の電極 1 0 2 と発光層 1 1 3 との距離を離すことができ、その結果、第 2 の電極 1 0 2 に含まれている金属に起因して発光が消光することを防ぐことができる。

【 0 0 6 3 】

電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。なお、電子輸送性の高い物質とは、正孔よりも電子の移動度が高く、正孔の移動度に対する電子の移動度の比の値（＝電子移動度／正孔移動度）が 1 0 0 よりも大きい物質をいう。

【 0 0 6 4 】

電子輸送層 1 1 4 を形成するのに用いることができる物質の具体例としては、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq₃）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Almq₃）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ【h】-キノリノラト）ベリリウム（略称：BeBq₂）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）-4-フェニルフェノラトアルミニウム（略称：BALq）、ビス【2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト】亜鉛（略称：Zn（BOX）₂）、ビス【2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾラト】亜鉛（略称：Zn（BTZ）₂）等の金属錯体の他、2-（4-ビフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1, 3, 4-オキサジアゾール（略称：PBD）、1, 3-ビス【5-（p-tert-ブチルフェニル）-1, 3, 4-オキサジアゾール-2-イル】ベンゼン（略称：OXD-7）、3-（4-tert-ブチルフェニル）-4-フェニル-5-（4-ビフェニル）-1, 2, 4-トリアゾール（略称：TAZ）、3-（4-tert-ブチルフェニル）-4-（4-エチルフェニル）-5-（4-ビフェニル）-1, 2, 4-トリアゾール（略称：p-EtTAZ）、バソフェナントロリン（略称：BPhen）、バソキュプロイン（略称：BCP）、4, 4'-ビス（5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル）スチルベン（略称：BzOs）等が挙げられる。

【 0 0 6 5 】

なお、正孔輸送層 1 1 2 と電子輸送層 1 1 4 とは、それぞれ、上記の物質の他、バイポーラ性の物質を用いて形成してもよい。バイポーラ性の物質とは、電子または正孔のいずれか一方のキャリアの移動度と他方のキャリアの移動度とを比較したときに、一方のキャリアの移動度に対する他方のキャリアの移動度の比の値が 1 0 0 以下、好ましくは 1 0 以下である物質をいう。

【 0 0 6 6 】

バイポーラ性の物質として、例えば、2, 3-ビス(4-ジフェニルアミノフェニル)キノキサリン(略称: T P A Q n)、2, 3-ビス{4-[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]フェニル}-ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: N P A D i B z Q n)等が挙げられる。バイポーラ性の物質の中でも特に、正孔及び電子の移動度が $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の物質を用いることが好ましい。また同一のバイポーラ性の物質を用いて、正孔輸送層 1 1 2 と電子輸送層 1 1 4 とを形成しても構わない。

【 0 0 6 7 】

電子発生層 1 1 5 は、電子を発生する層であり、電子輸送性の高い物質およびバイポーラ性の物質から選ばれる少なくとも一の物質と、これらの物質に対し電子供与性を示す物質とを混合して形成することができる。ここで、電子輸送性の高い物質およびバイポーラ性の物質の中でも特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質であることが好ましい。

【 0 0 6 8 】

電子輸送性の高い物質およびバイポーラ性の物質については、それぞれ、上記したものをを用いることができる。また、電子供与性を示す物質としては、アルカリ金属およびアルカリ土類金属の中から選ばれた物質、具体的にはリチウム(Li)、カルシウム(Ca)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)等を用いることができる。また、アルカリ金属酸化物またはアルカリ土類金属酸化物、アルカリ金属窒化物、アルカリ土類金属窒化物等、具体的にはリチウム酸化物(Li_2O)、カルシウム酸化物(CaO)、ナトリウム酸化物(Na_2O)、カリウム酸化物(K_2O)、マグネシウム酸化物(MgO)、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF_2)等から選ばれる少なくとも一の物質も電子供与性を示す物質として用いることができる。

【 0 0 6 9 】

第 1 の電極 1 0 1 はインジウム錫酸化物、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物、2 ~ 2 0 % の酸化亜鉛を含む酸化インジウムその他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、窒化タンタル等の仕事関数の高い物質を用いて形成してもよいし、アルミニウム、マグネシウム等の仕事関数の低い物質を用いて形成してもよい。

【 0 0 7 0 】

このように、本形態の発光素子では、物質の仕事関数に依らずに第 1 の電極 1 0 1 を形成することができる。これは、第 1 の電極 1 0 1 と発光層 1 1 3 との間に正孔発生層 1 1 1 が設けられている為である。

【 0 0 7 1 】

また、第 2 の電極 1 0 2 についても、インジウム錫酸化物、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物、2 ~ 2 0 % の酸化亜鉛を含む酸化インジウムその他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、窒化タンタル等の仕事関数の高い物質を用いて形成してもよいし、アルミニウム、またはマグネシウム等の仕事関数の低い物質を用いて形成してもよい。

【 0 0 7 2 】

このように、本形態の発光素子では、物質の仕事関数に依らずに第 2 の電極 1 0 2 を形成することができる。これは、第 2 の電極 1 0 2 と発光層 1 1 3 との間に電子発生層 1 1

5 が設けられている為である。

【 0 0 7 3 】

なお、本形態では、正孔発生層 1 1 1 及び発光層 1 1 3 の他に、正孔輸送層 1 1 2、電子輸送層 1 1 4 等を有する発光素子について示したが、発光素子の態様は必ずしもこれに限定されるものではない。

【 0 0 7 4 】

例えば、図 3 に示すように電子発生層 1 1 5 に換えて電子注入層 1 1 6 を設けた発光素子であってもよい。電子注入層 1 1 6 は、第 2 の電極 1 0 2 から電子輸送層 1 1 4 へ電子の注入を補助する機能を有する層である。

【 0 0 7 5 】

電子注入層 1 1 6 を設けることによって、第 2 の電極 1 0 2 と電子輸送層 1 1 4 との間の電子親和力の差が緩和され、電子が注入され易くなる。電子注入層 1 1 6 は、電子輸送層 1 1 4 を形成している物質よりも電子親和力が大きく第 2 の電極 1 0 2 を形成している物質よりも電子親和力が小さい物質、または電子輸送層 1 1 4 と第 2 の電極 1 0 2 との間に 1 ～ 2 nm の薄膜として設けたときにエネルギーバンドが曲がるような物質を用いて形成することが好ましい。

【 0 0 7 6 】

電子注入層 1 1 6 を形成するのに用いることのできる物質の具体例として、アルカリ金属またはアルカリ土類金属、アルカリ金属のフッ化物、アルカリ土類金属のフッ化物、アルカリ金属の酸化物、アルカリ土類金属の酸化物等の無機物が挙げられる。これらの物質は薄膜として設けたときにエネルギーバンドが曲がるため好ましい。

【 0 0 7 7 】

また、無機物の他、B P h e n、B C P、B C P、p - E t T A Z、T A Z 等の電子輸送層 1 1 4 を形成するのに用いることのできる物質も、これらの物質の中から、電子輸送層 1 1 4 の形成に用いる物質よりも電子親和力が大きい物質を選択することによって、電子注入層 1 1 6 を形成する物質として用いることができる。

【 0 0 7 8 】

つまり、電子注入層 1 1 6 における電子親和力が電子輸送層 1 1 4 における電子親和力よりも相対的に大きくなるように、電子注入層 1 1 6 を形成することが好ましい。なお、電子注入層 1 1 6 を設ける場合、第 2 の電極 1 0 2 は、アルミニウム等の仕事関数の低い物質を用いて形成することが好ましい。

【 0 0 7 9 】

また、発光層 1 1 3 と電子輸送層 1 1 4 との間には、図 4 に示すように、正孔阻止層 1 1 7 を設けてもよい。正孔阻止層 1 1 7 を設けることによって、正孔が、発光層 1 1 3 を突き抜けて第 2 の電極 1 0 2 の方に流れていくのを防ぐことができ、キャリアの再結合効率を高めることができる。また、発光層 1 1 3 で生成された励起エネルギーが電子輸送層 1 1 4 等、他の層へ移動してしまうのを防ぐことができる。

【 0 0 8 0 】

正孔阻止層 1 1 7 は、B A l q、O X D - 7、T A Z、B P h e n 等の電子輸送層 1 1 4 を形成するのに用いることのできる物質の中から、特に、発光層 1 1 3 を形成するのに用いる物質よりもイオン化ポテンシャル及び励起エネルギーが大きい物質を選択することによって、形成することができる。

【 0 0 8 1 】

つまり、正孔阻止層 1 1 7 におけるイオン化ポテンシャルが電子輸送層 1 1 4 におけるイオン化ポテンシャルよりも相対的に大きくなるように、正孔阻止層 1 1 7 は形成されていればよい。

【 0 0 8 2 】

同様に、発光層 1 1 3 と正孔輸送層 1 1 2 との間にも、発光層 1 1 3 を突き抜けて第 1 の電極 1 0 1 の方に電子が流れていくのを阻止するための層を設けても構わない。

【 0 0 8 3 】

なお、正孔輸送層 1 1 2、電子輸送層 1 1 4 等を設けるか否かについては発明の実施者が適宜選択すればよく、例えば、正孔輸送層 1 1 2、電子輸送層 1 1 4 とを設けなくても金属に起因した消光等の不具合が生じない場合等は、必ずしもこれらの層を設ける必要がない。

【0084】

以上に述べた本形態の発光素子は、正孔発生層 1 1 1 の厚さに依存した駆動電圧の変化が少ない。その為、正孔発生層 1 1 1 の厚さを変えることによって発光層 1 1 3 と第 1 の電極 1 0 1 との間の距離を調整することが容易にできる。

【0085】

つまり、効率よく外部に発光を取り出せるような長さとなるように、あるいは外部に取り出された発光の色純度が良くなる長さとなるように、発光した光が通る光路の長さ（光路長）を調節することが容易である。また、正孔発生層 1 1 1 の厚さを厚くすることによって第 1 の電極 1 0 1 の表面の凹凸を緩和し、電極間の短絡を防ぐことを容易にできる。

【0086】

また、本形態の発光素子は、電子発生層 1 1 5 の厚さに依存した駆動電圧の変化が少ない。その為、電子発生層 1 1 5 の厚さを変えることによって発光した光が通る光路の長さ（光路長）を調整することが容易である。また、電子発生層 1 1 5 の厚さを厚くすることによって第 2 の電極 1 0 2 の表面の凹凸を緩和し、電極間の短絡を防ぐことを容易にできる。

【0087】

（実施の形態 2）

本発明の発光素子の一態様について図 2 を用いて説明する。

【0088】

図 2 には、第 1 の電極 2 0 1 と第 2 の電極 2 0 2 との間に、第 1 の層 2 1 1 と、第 2 の層 2 1 2 と、第 3 の層 2 1 3 とを有する発光素子が示されている。第 1 の層 2 1 1 は正孔を発生し、第 2 の層 2 1 2 は電子を発生する。第 3 の層 2 1 3 は、電子輸送層 2 2 1 と、発光層 2 2 2 と、正孔輸送層 2 2 3 と、正孔発生層 2 2 4 とが順に積層されて成る。

【0089】

ここで、正孔発生層 2 2 4 は発光層 2 2 2 よりも第 1 の電極 2 0 1 側に設けられており、電子輸送層 2 2 1 は発光層 2 2 2 よりも第 2 の電極 2 0 2 側に設けられている。第 1 の電極 2 0 1 の電位が第 2 の電極 2 0 2 の電位よりも高くなるように第 1 の電極 2 0 1 と第 2 の電極とに電圧を印加すると、第 1 の層 2 1 1 から第 2 の電極 2 0 2 へ正孔が注入される。また、第 3 の層 2 1 3 へは、第 2 の層 2 1 2 から電子が注入され、第 1 の電極 2 0 1 から正孔が注入される。第 3 の層 2 1 3 に注入された電子と正孔とは、発光層 2 2 2 において再結合する。発光層 2 2 2 には発光物質が含まれており、再結合によって生成された励起エネルギーによって発光物質は励起状態となる。励起状態となった発光物質は、基底状態に戻るときに発光する。

【0090】

第 1 の層 2 1 1 と正孔発生層 2 2 4 とは、それぞれ、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対し電子受容性を示す物質とを混合して形成された層である。第 1 の層 2 1 1 および正孔発生層 2 2 4 において、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質によって電子を奪われる。つまり一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体は酸化され、そして正孔が発生する。

【0091】

なお、第 1 の層 2 1 1 と正孔発生層 2 2 4 とのそれぞれにおいて、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体の中でも特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の正孔移動度を有するカルバゾール誘導体を用いることが好ましい。また、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して、モル比の値が 0.1～10、より好ましくは 0.5～2（＝電子受容性を示す物質

／アントラセン誘導体）となるように、それぞれの層に含まれていることが好ましい。また、電子受容性を示す物質について特に限定はないが、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、レニウム酸化物等の金属酸化物を用いることが好ましい。これらの金属酸化物と組み合わせることで、第1の層211または正孔発生層224の結晶化を抑制することができ、結晶化に起因した素子の動作不良を低減することができる。

【0092】

第2の層212は、電子を発生する層であり、電子輸送性の高い物質およびバイポーラ性の物質から選ばれる少なくとも一の物質と、これらの物質に対し電子供与性を示す物質とを混合して形成することができる。

【0093】

ここで、電子輸送性の高い物質およびバイポーラ性の物質の中でも特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質であることが好ましい。電子輸送性の高い物質およびバイポーラ性の物質については、それぞれ、上記したものをを用いることができる。

【0094】

また、電子供与性を示す物質としては、アルカリ金属およびアルカリ土類金属の中から選ばれた物質、具体的にはリチウム (Li)、カルシウム (Ca)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、マグネシウム (Mg) 等を用いることができる。また、アルカリ金属の酸化物またはアルカリ土類金属の酸化物、アルカリ金属の窒化物、アルカリ土類金属の窒化物等、具体的にはリチウム酸化物 (Li_2O)、カルシウム酸化物 (CaO)、ナトリウム酸化物 (Na_2O)、カリウム酸化物 (K_2O)、マグネシウム酸化物 (MgO)、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF_2) 等も電子供与性を示す物質として用いることができる。

【0095】

電子輸送層221は、電子を輸送する機能を有する層であり、本形態の発光素子においては、第2の層212から発光層222へ電子を輸送する機能を有する。電子輸送層221を設けることによって、第2の層212と発光層222との距離を離すことができ、その結果、第2の層212に含まれている金属に起因して発光が消光することを防ぐことができる。電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。電子輸送層221を形成するのに用いることができる物質の具体例については、実施の形態1における電子輸送層114を形成するのに用いることができる物質の具体例についての記載を準用する。

【0096】

発光層222は、発光物質を含んでいる。発光層222は、発光物質のみから形成された層であってもよいが、濃度消光を生じる場合は、発光物質の有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する物質からなる層中に、発光物質が分散するように混合された層であることが好ましい。発光層222に発光物質を分散して含ませることで、発光が濃度に起因して消光してしまうことを防ぐことができる。なお、発光物質については、実施の形態1における発光物質についての記載を準用する。ここで、発光物質と共に発光層222に含まれ発光物質を分散状態にするために用いられる物質については、実施の形態1に記載の発光物質と共に発光層113に含まれ発光物質を分散状態にするために用いられる物質についての記載を準用する。

【0097】

正孔輸送層223は、正孔を輸送する機能を有する層であり、本形態の発光素子においては、正孔発生層224から発光層222へ正孔を輸送する機能を有する。正孔輸送層223を設けることによって、正孔発生層224と発光層222との距離を離すことができ、その結果、正孔発生層224に含まれている金属に起因して発光が消光することを防ぐことができる。正孔輸送層223は、正孔輸送性の高い物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。正孔輸送層223を形成するのに用いることができる物質の具体例について

は、実施の形態1における正孔輸送層112を形成するのに用いることができる物質の具体例についての記載を準用する。

【0098】

第1の電極201はインジウム錫酸化物、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物、2～20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウムその他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、窒化タンタル等の仕事関数の高い物質を用いて形成してもよいし、アルミニウム、マグネシウム等の仕事関数の低い物質を用いて形成してもよい。このように、本形態の発光素子では、物質の仕事関数に依らずに第1の電極201を形成することができる。これは、第1の電極201と発光層222との間に正孔発生層224が設けられている為である。

【0099】

また、第2の電極202についても、インジウム錫酸化物、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物、2～20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウムその他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、窒化タンタル等の仕事関数の高い物質を用いて形成してもよいし、アルミニウム、マグネシウム等の仕事関数の低い物質を用いて形成してもよい。このように、本形態の発光素子では、物質の仕事関数に依らずに第2の電極202を形成することができる。これは、第2の電極202と発光層222との間に第1の層211と第2の層212とが設けられている為である。

【0100】

なお、本形態では、発光物質を含む層である第3の層213が電子輸送層221、発光層222、正孔輸送層223、正孔発生層224を含む多層である発光素子について示したが、発光素子の態様は必ずしもこれに限定されるものではない。

【0101】

例えば、図5に示すように正孔発生層224に換えて正孔注入層225を設けた発光素子であってもよい。正孔注入層225は、第1の電極201から正孔輸送層223へ正孔の注入を補助する機能を有する層である。正孔注入層225を設けることによって、第1の電極201と正孔輸送層223との間のイオン化ポテンシャルの差が緩和され、正孔が注入され易くなる。正孔注入層225は、正孔輸送層223を形成している物質よりもイオン化ポテンシャルが小さく、第1の電極201を形成している物質よりもイオン化ポテンシャルが大きい物質、または正孔輸送層223と第2の電極202との間に1～2nmの薄膜として設けたときにエネルギーバンドが曲がるような物質を用いて形成することが好ましい。正孔注入層225を形成するのに用いることのできる物質の具体例として、フタロシアニン(略称： H_2Pc)や銅フタロシアニン($CuPC$)等のフタロシアニン系の化合物、或いはポリ(エチレンジオキシチオフエン)／ポリ(スチレンスルホン酸)水溶液(PEDOT/ PSS)等の高分子等が挙げられる。正孔注入層225におけるイオン化ポテンシャルが正孔輸送層223におけるイオン化ポテンシャルよりも相対的に大きくなるように、正孔注入層225を形成することが好ましい。なお、正孔注入層225を設ける場合、第1の電極201は、インジウム錫酸化物等の仕事関数の高い物質を用いて形成することが好ましい。

【0102】

また、発光層222と電子輸送層221との間には、図6に示すように、正孔阻止層226を設けてもよい。正孔阻止層226を設けることによって、正孔が、発光層222を突き抜けて第2の電極202の方に流れていくのを防ぐことができ、キャリアの再結合効率を高めることができる。また、発光層222で生成された励起エネルギーが電子輸送層221等、他の層へ移動してしまうことを防ぐことができる。

【0103】

正孔阻止層226は、BA1q、OXD-7、TAZ、BPhen等の電子輸送層22

1を形成するのに用いることのできる物質の中から、特に、発光層222を形成するのに用いる物質よりもイオン化ポテンシャル及び励起エネルギーが大きい物質を選択することによって、形成することができる。つまり、正孔阻止層226におけるイオン化ポテンシャルが電子輸送層221におけるイオン化ポテンシャルよりも相対的に大きくなるように、正孔阻止層117は形成されていればよい。同様に、発光層222と正孔輸送層223との間にも、発光層222を突き抜けて第1の電極201の方に電子が流れていくのを阻止するための層を設けても構わない。

【0104】

なお、正孔輸送層223、電子輸送層221を設けるか否かについては発明の実施者が適宜選択すればよく、例えば、正孔輸送層223、電子輸送層221とを設けなくても金属に起因した消光等の不具合が生じない場合等は、必ずしもこれらの層を設ける必要がない。

【0105】

また、以上のような、発光素子において、第2の層212に含まれる電子輸送性の高い物質の電子親和力と、第3の層213に含まれる層のうち第2の層212と接する層に含まれる物質の電子親和力との差は、好ましくは2 eV以下、より好ましくは1.5 eV以下である。より具体的には、図2に示した発光素子のように、第2の層212と電子輸送層221とが接するときは、第2の層212に含まれる電子輸送性を有する物質と、電子輸送層221に含まれる電子輸送性を有する物質との電子親和力との差が、2 eV以下であることが好ましく、1.5 eV以下であることがさらに好ましい。このように、第2の層212と第3の層213とを接合させることによって、第2の層212から第3の層213へ効率よく電子を注入することができる。

【0106】

以上に述べた本発明の発光素子は、第1の層211及び正孔発生層224の厚さに依存した駆動電圧の変化が少ない素子である。その為、第1の層211若しくは正孔発生層224の厚さを変えることによって発光層222と第1の電極201若しくは第2の電極202との間の距離を調整することが容易にできる。つまり、効率よく外部に発光を取り出せるような長さとなるように、あるいは外部に取り出された発光の色純度が良くなる長さとなるように、発光した光が通る光路の長さ（光路長）を調節することが容易である。また、第1の層211若しくは正孔発生層224の厚さを厚くすることによって第1の電極201若しくは第2の電極202の表面の凹凸を緩和し、電極間の短絡を防ぐことを容易にできる。

【0107】

（実施の形態3）

本発明の発光素子は、化合物の酸化及び結晶化に起因した動作不良を低減できるものである。また、正孔発生層の厚さを厚くすることによって電極間の短絡を防ぐことができるものである。また、正孔発生層の厚さを変えることで光路長を調整し、発光の外部取り出し効率を高めたり、色純度の良い発光を得ることができるものである。その為、本発明の発光素子を画素として用いることで、発光素子の動作不良に起因した表示欠陥の少ない良好な発光装置を得ることができる。また、本発明の発光素子を画素として用いることで、表示色が良好な画像を提供できる発光装置を得ることができる。また、本発明の発光素子を光源として用いることで、発光素子の動作不良に起因した不具合が少なく良好に照明することができる発光装置を得ることができる。

【0108】

本形態では、表示機能を有する発光装置の回路構成および駆動方法について図7～11を用いて説明する。

【0109】

図7は本発明を適用した発光装置を上面からみた模式図である。図7において、基板6500上には、画素部6511と、ソース信号線駆動回路6512と、書込用ゲート信号線駆動回路6513と、消去用ゲート信号線駆動回路6514とが設けられている。ソー

ス信号線駆動回路6512と、書込用ゲート信号線駆動回路6513と、消去用ゲート信号線駆動回路6514とは、それぞれ、配線群を介して、外部入力端子であるFPC（フレキシブルプリントサーキット）6503と接続している。そして、ソース信号線駆動回路6512と、書込用ゲート信号線駆動回路6513と、消去用ゲート信号線駆動回路6514とは、それぞれ、FPC6503からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。またFPC6503にはプリント配線基盤（PWB）6504が取り付けられている。なお、駆動回路部は、上記のように必ずしも画素部6511と同一基板上に設けられている必要はなく、例えば、配線パターンが形成されたFPC上にICチップを実装したもの（TCP）等を利用し、基板外部に設けられていてもよい。

【0110】

画素部6511には、列方向に延びた複数のソース信号線が行方向に並んで配列している。また、電流供給線が行方向に並んで配列している。また、画素部6511には、行方向に延びた複数のゲート信号線が列方向に並んで配列している。また画素部6511には、発光素子を含む一組の回路が複数配列している。

【0111】

図8は、一画素を動作するための回路を表した図である。図8に示す回路には、第1のトランジスタ901と第2のトランジスタ902と発光素子903とが含まれている。

【0112】

第1のトランジスタ901と、第2のトランジスタ902とは、それぞれ、ゲート電極と、ドレイン領域と、ソース領域とを含む三端子の素子であり、ドレイン領域とソース領域の間にチャネル領域を有する。ここで、ソース領域とドレイン領域とは、トランジスタの構造や動作条件等によって変わるため、いずれがソース領域またはドレイン領域であるかを限定することが困難である。そこで、本形態においては、ソースまたはドレインとして機能する領域を、それぞれ第1電極、第2電極と表記する。

【0113】

ゲート信号線911と、書込用ゲート信号線駆動回路913とはスイッチ918によって電氣的に接続または非接続の状態になるように設けられている。また、ゲート信号線911と、消去用ゲート信号線駆動回路914とはスイッチ919によって電氣的に接続または非接続の状態になるように設けられている。また、ソース信号線912は、スイッチ920によってソース信号線駆動回路915または電源916のいずれかに電氣的に接続するように設けられている。そして、第1のトランジスタ901のゲートはゲート信号線911に電氣的に接続している。また、第1のトランジスタの第1電極はソース信号線912に電氣的に接続し、第2電極は第2のトランジスタ902のゲート電極と電氣的に接続している。第2のトランジスタ902の第1電極は電流供給線917と電氣的に接続し、第2電極は発光素子903に含まれる一の電極と電氣的に接続している。なお、スイッチ918は、書込用ゲート信号線駆動回路913に含まれていてもよい。またスイッチ919についても消去用ゲート信号線駆動回路914の中に含まれていてもよい。また、スイッチ920についてもソース信号線駆動回路915の中に含まれていてもよい。

【0114】

また画素部におけるトランジスタや発光素子等の配置について特に限定はないが、例えば図9の上面図に表すように配置することができる。図9において、第1のトランジスタ1001の第1電極はソース信号線1004に接続し、第2の電極は第2のトランジスタ1002のゲート電極に接続している。また第2トランジスタの第1電極は電流供給線1005に接続し、第2電極は発光素子の電極1006に接続している。ゲート信号線1003の一部は第1のトランジスタ1001のゲート電極として機能する。

【0115】

次に、駆動方法について説明する。図10は時間経過に伴ったフレームの動作について説明する図である。図10において、横方向は時間経過を表し、縦方向はゲート信号線の走査段数を表している。

【0116】

本発明の発光装置を用いて画像表示を行うとき、表示期間においては、画面の書き換え動作と表示動作とが繰り返行われる。この書き換え回数について特に限定はないが、画像をみる人がちらつき（フリッカ）を感じないように少なくとも１秒間に６０回程度とすることが好ましい。ここで、一画面（１フレーム）の書き換え動作と表示動作を行う期間を１フレーム期間という。

【０１１７】

１フレームは、図１０に示すように、書き込み期間５０１ａ、５０２ａ、５０３ａ、５０４ａと保持期間５０１ｂ、５０２ｂ、５０３ｂ、５０４ｂとを含む４つのサブフレーム５０１、５０２、５０３、５０４に時分割されている。発光するための信号を与えられた発光素子は、保持期間において発光状態となっている。各々のサブフレームにおける保持期間の長さの比は、第１のサブフレーム５０１：第２のサブフレーム５０２：第３のサブフレーム５０３：第４のサブフレーム５０４＝ $2^3:2^2:2^1:2^0=8:4:2:1$ となっている。これによって４ビット階調を表現することができる。但し、ビット数及び階調数はここに記すものに限定されず、例えば８つのサブフレームを設け８ビット階調を行えるようにしてもよい。

【０１１８】

１フレームにおける動作について説明する。まず、サブフレーム５０１において、１行目から最終行まで順に書き込み動作が行われる。従って、行によって書き込み期間の開始時間が異なる。書き込み期間５０１ａが終了した行から順に保持期間５０１ｂへと移る。当該保持期間において、発光するための信号を与えられている発光素子は発光状態となっている。また、保持期間５０１ｂが終了した行から順に次のサブフレーム５０２へ移り、サブフレーム５０１の場合と同様に１行目から最終行まで順に書き込み動作が行われる。以上のような動作を繰り返し、サブフレーム５０４の保持期間５０４ｂ迄終了する。サブフレーム５０４における動作を終了したら次のフレームへ移る。このように、各サブフレームにおいて発光した時間の積算時間が、１フレームにおける各々の発光素子の発光時間となる。この発光時間を発光素子ごとに変えて一画素内で様々に組み合わせることによって、明度および色度の異なる様々な表示色を形成することができる。

【０１１９】

サブフレーム５０４のように、最終行目までの書込が終了する前に、既に書込を終え、保持期間に移行した行における保持期間を強制的に終了させたいときは、保持期間５０４ｂの後に消去期間５０４ｃを設け、強制的に非発光の状態となるように制御することが好ましい。そして、強制的に非発光状態にした行については、一定期間、非発光の状態を保つ（この期間を非発光期間５０４ｄとする。）。そして、最終行目の書込期間が終了したら直ちに、一行目から順に次の（またはフレーム）の書込期間に移行する。これによって、サブフレーム５０４の書き込み期間と、その次のサブフレームの書き込み期間とが重畳することを防ぐことができる。

【０１２０】

なお、本形態では、サブフレーム５０１乃至５０４は保持期間の長いものから順に並んでいるが、必ずしも本実施例のような並びにする必要はなく、例えば保持期間の短いものから順に並べられていてもよいし、または保持期間の長いものと短いものとがランダムに並んでいてもよい。また、サブフレームは、さらに複数のフレームに分割されていてもよい。つまり、同じ映像信号を与えている期間、ゲート信号線の走査を複数回行ってもよい。

【０１２１】

ここで、書込期間および消去期間における、図８で示す回路の動作について説明する。

【０１２２】

まず書込期間における動作について説明する。書込期間において、 n 行目（ n は自然数）のゲート信号線９１１は、スイッチ９１８を介して書込用ゲート信号線駆動回路９１３と電気的に接続し、消去用ゲート信号線駆動回路９１４とは非接続である。また、ソース信号線９１２はスイッチ９２０を介してソース信号線駆動回路と電気的に接続している。

ここで、 n 行目（ n は自然数）のゲート信号線 9 1 1 に接続した第 1 のトランジスタ 9 0 1 のゲートに信号が入力され、第 1 のトランジスタ 9 0 1 はオンとなる。そして、この時、1 列目から最終列目迄のソース信号線に同時に映像信号が入力される。なお、各列のソース信号線 9 1 2 から入力される映像信号は互いに独立したものである。ソース信号線 9 1 2 から入力された映像信号は、各々のソース信号線に接続した第 1 のトランジスタ 9 0 1 を介して第 2 のトランジスタ 9 0 2 のゲート電極に入力される。この時第 2 のトランジスタ 9 0 2 に入力された信号によって、電流供給線 9 1 7 から発光素子 9 0 3 へ供給される電流値が決まる。そして、その電流値に依存して発光素子 9 0 3 は発光または非発光が決まる。例えば、第 2 のトランジスタ 9 0 2 が P チャンネル型である場合は、第 2 のトランジスタ 9 0 2 のゲート電極に Low Level の信号が入力されることによって発光素子 9 0 3 が発光する。一方、第 2 のトランジスタ 9 0 2 が N チャンネル型である場合は、第 2 のトランジスタ 9 0 2 のゲート電極に High Level の信号が入力されることによって発光素子 9 0 3 が発光する。

【0 1 2 3】

次に消去期間における動作について説明する。消去期間において、 n 行目（ n は自然数）のゲート信号線 9 1 1 は、スイッチ 9 1 9 を介して消去用ゲート信号線駆動回路 9 1 4 と電氣的に接続し、書込用ゲート信号線駆動回路 9 1 3 とは非接続である。また、ソース信号線 9 1 2 はスイッチ 9 2 0 を介して電源 9 1 6 と電氣的に接続している。ここで、 n 行目のゲート信号線 9 1 1 に接続した第 1 のトランジスタ 9 0 1 のゲートに信号が入力され、第 1 のトランジスタ 9 0 1 はオンとなる。そして、この時、1 列目から最終列目迄のソース信号線に同時に消去信号が入力される。ソース信号線 9 1 2 から入力された消去信号は、各々のソース信号線に接続した第 1 のトランジスタ 9 0 1 を介して第 2 のトランジスタ 9 0 2 のゲート電極に入力される。この時第 2 のトランジスタ 9 0 2 に入力された信号によって、電流供給線 9 1 7 から発光素子 9 0 3 への電流の供給が阻止される。そして、発光素子 9 0 3 は強制的に非発光となる。例えば、第 2 のトランジスタ 9 0 2 が P チャンネル型である場合は、第 2 のトランジスタ 9 0 2 のゲート電極に High Level の信号が入力されることによって発光素子 9 0 3 は非発光となる。一方、第 2 のトランジスタ 9 0 2 が N チャンネル型である場合は、第 2 のトランジスタ 9 0 2 のゲート電極に Low Level の信号が入力されることによって発光素子 9 0 3 は非発光となる。

【0 1 2 4】

なお、消去期間では、 n 行目（ n は自然数）については、以上に説明したような動作によって消去する為の信号を入力する。しかし、前述のように、 n 行目が消去期間であると共に、他の行（ m 行目（ m は自然数）とする。）については書込期間となる場合がある。このような場合、同じ列のソース信号線を利用して n 行目には消去の為の信号を、 m 行目には書込の為の信号を入力する必要があるため、以下に説明するような動作させることが好ましい。

【0 1 2 5】

先に説明した消去期間における動作によって、 n 行目の発光素子 9 0 3 が非発光となった後、直ちに、ゲート信号線と消去用ゲート信号線駆動回路 9 1 4 とを非接続の状態とすると共に、スイッチ 9 1 8 を切り替えてソース信号線とソース信号線駆動回路 9 1 5 と接続させる。そして、ソース信号線とソース信号線駆動回路 9 1 5 とを接続させる共に、ゲート信号線と書込用ゲート信号線駆動回路 9 1 3 とを接続させる。そして、書込用ゲート信号線駆動回路 9 1 3 から m 行目の信号線に選択的に信号が入力され、第 1 のトランジスタがオンすると共に、ソース信号線駆動回路 9 1 5 からは、1 列目から最終列目迄のソース信号線に書込の為の信号が入力される。この信号によって、 m 行目の発光素子は、発光または非発光となる。

【0 1 2 6】

以上のようにして m 行目について書込期間を終えたら、直ちに、 $n + 1$ 行目の消去期間に移行する。その為に、ゲート信号線と書込用ゲート信号線駆動回路 9 1 3 を非接続とすると共に、スイッチ 9 1 8 を切り替えてソース信号線を電源 9 1 6 と接続する。また、ゲ

ート信号線と書込用ゲート信号線駆動回路913を非接続とすると共に、ゲート信号線については、消去用ゲート信号線駆動回路914と接続状態にする。そして、消去用ゲート信号線駆動回路914からn+1行目のゲート信号線に選択的に信号を入力して第1のトランジスタに信号をオンする共に、電源916から消去信号が入力される。このようにして、n+1行目の消去期間を終えたら、直ちに、m行目の書込期間に移行する。以下、同様に、消去期間と書込期間とを繰り返し、最終行目の消去期間まで動作させればよい。

【0127】

なお、本形態では、n行目の消去期間とn+1行目の消去期間との間にm行目の書込期間を設ける態様について説明したが、これに限らず、n-1行目の消去期間とn行目の消去期間との間にm行目の書込期間を設けてもよい。

【0128】

また、本形態では、サブフレーム504のように非発光期間504dを設けるときにおいて、消去用ゲート信号線駆動回路914と或る一のゲート信号線とを非接続状態にすると共に、書込用ゲート信号線駆動回路913と他のゲート信号線とを接続状態にする動作を繰り返している。このような動作は、特に非発光期間を設けないフレームにおいて行っても構わない。

【0129】

(実施の形態4)

本発明の発光素子を含む発光装置の一態様について、図11の断面図を用いて説明する。

【0130】

図11において、点線で囲まれているのは、本発明の発光素子12を駆動するために設けられているトランジスタ11である。発光素子12は、第1の電極13と第2の電極14との間に正孔発生層と電子発生層と発光物質を含む層とが積層された層15を有する本発明の発光素子である。トランジスタ11のドレインと第1の電極13とは、第1層間絶縁膜16(16a、16b、16c)を貫通している配線17によって電氣的に接続されている。また、発光素子12は、隔壁層18によって、隣接して設けられている別の発光素子と分離されている。このような構成を有する本発明の発光装置は、本形態において、基板10上に設けられている。

【0131】

なお、図11に示されたトランジスタ11は、半導体層を中心として基板と逆側にゲート電極が設けられたトップゲート型のものである。但し、トランジスタ11の構造については、特に限定はなく、例えばボトムゲート型のもでもよい。またボトムゲートの場合には、チャンネルを形成する半導体層の上に保護膜が形成されたもの(チャンネル保護型)でもよいし、或いはチャンネルを形成する半導体層の一部が凹状になったもの(チャンネルエッチ型)でもよい。なお、21はゲート電極、22はゲート絶縁膜、23は半導体層、24はn型の半導体層、25は電極、26は保護膜である。

【0132】

また、トランジスタ11を構成する半導体層は、結晶性、非結晶性のいずれのものでもよい。また、セミアモルファス等でもよい。

【0133】

なお、セミアモルファスな半導体とは、次のようなものである。非晶質と結晶構造(単結晶、多結晶を含む)の中間的な構造を有し、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な領域を含んでいるものである。また少なくとも膜中の一部の領域には、0.5~20nmの結晶粒を含んでいる。ラマンスペクトルが 520 cm^{-1} よりも低波数側にシフトしている。X線回折ではSi結晶格子に由来するとされる(111)、(220)の回折ピークが観測される。未結合手(ダングリングボンド)を終端するために水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。所謂微結晶半導体(マイクロクリスタル半導体)とも言われている。珪化物気体をグロー放電分解(プラズマCVD)して形成する。珪化物気体とし

ては、 SiH_4 、その他にも Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 などを用いることができる。この珪化物気体を H_2 、又は、 H_2 と He 、 Ar 、 Kr 、 Ne から選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈しても良い。希釈率は2～1000倍の範囲。圧力は概略0.1Pa～133Paの範囲、電源周波数は1MHz～120MHz、好ましくは13MHz～60MHz。基板加熱温度は300℃以下でよく、好ましくは100～250℃。膜中の不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以下とする。なお、セミアモルファスなものを有する半導体を用いたTFET（薄膜トランジスタ）の移動度はおよそ $1 \sim 10 \text{ m}^2 / \text{V s e c}$ となる。

【0134】

また、半導体層が結晶性のものの具体例としては、単結晶または多結晶性の珪素、或いはシリコンゲルマニウム等から成るものが挙げられる。これらはレーザー結晶化によって形成されたものでもよいし、例えばニッケル等を用いた固相成長法による結晶化によって形成されたものでもよい。

【0135】

なお、半導体層が非晶質の物質、例えばアモルファスシリコンで形成される場合には、トランジスタ11およびその他のトランジスタ（発光素子を駆動するための回路を構成するトランジスタ）は全てNチャネル型トランジスタで構成された回路を有する発光装置であることが好ましい。それ以外については、Nチャネル型またはPチャネル型のいずれか一のトランジスタで構成された回路を有する発光装置でもよいし、両方のトランジスタで構成された回路を有する発光装置でもよい。

【0136】

さらに、第1層間絶縁膜16は、図11（A）、（C）に示すように多層でもよいし、または単層でもよい。なお、16aは酸化珪素や窒化珪素のような無機物から成り、16bはアクリルやシロキサン（シリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む物質）、塗布成膜可能な酸化珪素等の自己平坦性を有する物質から成る。さらに、16cはアルゴン（Ar）を含む窒化珪素膜から成る。なお、各層を構成する物質については、特に限定はなく、ここに述べたもの以外のものを用いてもよい。また、これら以外の物質から成る層をさらに組み合わせてもよい。このように、第1層間絶縁膜16は、無機物または有機物の両方を用いて形成されたものでもよいし、または無機膜と有機膜のいずれか一で形成されたものでもよい。

【0137】

隔壁層18は、エッジ部において、曲率半径が連続的に変化する形状であることが好ましい。また隔壁層18は、アクリルやシロキサン、レジスト、酸化珪素等を用いて形成される。なお隔壁層18は、無機膜と有機膜のいずれか一で形成されたものでもよいし、または両方を用いて形成されたものでもよい。

【0138】

なお、図11（A）、（C）では、第1層間絶縁膜16のみがトランジスタ11と発光素子12の間に設けられた構成であるが、図11（B）のように、第1層間絶縁膜16（16a、16b）の他、第2層間絶縁膜19（19a、19b）が設けられた構成のものであってもよい。図11（B）に示す発光装置においては、第1の電極13は第2層間絶縁膜19を貫通し、配線17と接続している。

【0139】

第2層間絶縁膜19は、第1層間絶縁膜16と同様に、多層でもよいし、または単層でもよい。19aはアクリルやシロキサン（シリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む物質）、塗布成膜可能な酸化珪素等の自己平坦性を有する物質から成る。さらに、19bはアルゴン（Ar）を含む窒化珪素膜から成る。なお、各層を構成する物質については、特に限定はなく、ここに述べたもの以外のものを用いてもよい。また、これら以外の物質から成る層をさらに組み合わせてもよい。

。このように、第２層間絶縁膜１９は、無機物または有機物の両方を用いて形成されたものでもよいし、または無機膜と有機膜のいずれか一で形成されたものでもよい。

【０１４０】

発光素子１２において、第１の電極および第２の電極がいずれも透光性を有する物質で構成されている場合、図１１（Ａ）の白抜きの矢印で表されるように、第１の電極１３側と第２の電極１４側の両方から発光を取り出すことができる。また、第２の電極１４のみが透光性を有する物質で構成されている場合、図１１（Ｂ）の白抜きの矢印で表されるように、第２の電極１４側のみから発光を取り出すことができる。この場合、第１の電極１３は反射率の高い材料で構成されているか、または反射率の高い材料から成る膜（反射膜）が第１の電極１３の下方に設けられていることが好ましい。また、第１の電極１３のみが透光性を有する物質で構成されている場合、図１１（Ｃ）の白抜きの矢印で表されるように、第１の電極１３側のみから発光を取り出すことができる。この場合、第２の電極１４は反射率の高い材料で構成されているか、または反射膜が第２の電極１４の上方に設けられていることが好ましい。

【０１４１】

また、発光素子１２は、第１の電極１３の電位よりも第２の電極１４の電位が高くなるように電圧を印加したときに動作するように層１５が積層されたものであってもよいし、或いは、第１の電極１３の電位よりも第２の電極１４の電位が低くなるように電圧を印加したときに動作するように層１５が積層されたものであってもよい。前者の場合、トランジスタ１１はＮチャネル型トランジスタであり、後者の場合、トランジスタ１１はＰチャネル型トランジスタである。

【０１４２】

以上のように、本実施の形態では、トランジスタによって発光素子の駆動を制御するアクティブ型の発光装置について説明したが、この他、トランジスタ等の駆動用の素子を特に設けずに発光素子を駆動させるパッシブ型の発光装置であってもよい。図１２には本発明を適用して作製したパッシブ型の発光装置の一例の斜視図を示す。図１２において、基板９５１上には、電極９５２と電極９５６との間には発光物質を含む層及び電子発生層、正孔発生層が順に積層した層９５５が設けられている。電極９５２の端部は絶縁層９５３で覆われている。そして、絶縁層９５３上には隔壁層９５４が設けられている。隔壁層９５４の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層９５４の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接する辺）の方が上辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層９５４を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。

なお、図１２において示したものはパッシブ型の発光装置の一例であり、この構成に限定されるものではない。

また、パッシブ型の発光装置においても、低駆動電圧で動作する本発明の発光素子を含むことによって、低消費電力で駆動させることができる。

【０１４３】

（実施の形態５）

本発明の発光素子を画素として用いた発光装置は、発光素子の動作不良に起因した表示欠陥の少なく良好に表示動作する。その為、このような発光装置を表示部に適用することによって、表示欠陥に起因した表示画像の誤認等の少ない電子機器を得ることができる。また、本発明の発光素子を光源として用いた発光装置は、発光素子の動作不良に起因した不具合が少なく良好に照明することができる。その為、このような発光装置をバックライト等の照明部として用いることによって、このように本発明の発光装置を実装することによって、発光素子の不具合に起因して局所的に暗部が形成されるような動作不良が低減され、良好に表示することができる。

【０１４４】

本発明を適用した発光装置を実装した電子機器の一実施例を図１３に示す。

【０１４５】

図１３（Ａ）は、本発明を適用して作製したパーソナルコンピュータであり、本体５５２１、筐体５５２２、表示部５５２３、キーボード５５２４などによって構成されている。図７に示したような本発明の発光素子を画素として用いた発光装置を表示部として組み込むことでパーソナルコンピュータを完成できる。また、本発明の発光素子を光源として用いた発光装置を、バックライトとして組み込んでもパーソナルコンピュータを完成させることができる。

【０１４６】

具体的には、図１４に示すように、筐体５５１１と筐体５５１４とに液晶装置５５１２と発光装置５５１３とが嵌め込まれた照明装置を表示部として組み込めばよい。なお、図１４において、液晶装置５５１２には外部入力端子５５１５が装着されており、発光装置５５１３は、本発明の発光素子を用いた発光素子アレイ５５１６と導光板５５１７とを有する。発光素子アレイ５５１６は、本発明の発光素子が１列または複数列形成されたものであり、発光素子アレイ５５１６から発せられる光が導光板によって、導光板の液晶装置５５１２と対向している面の全面から液晶装置５５１２側に出射するような構成となっている。

【０１４７】

なお、図１４で示した発光装置５５１３は、発光素子アレイと導光板とを有する構成となっているが、この構成に限定されるものではない。たとえば、導光板を設けずに、本発明の発光素子をもっと広い面積に渡って形成して、発光素子から発せられる光を導光板を介さずに直接液晶装置５５１２側に出射させる構成としてもよい。

【０１４８】

図１３（Ｂ）は、本発明を適用して作製した電話機であり、本体５５５２には表示部５５５１と、音声出力部５５５４、音声入力部５５５５、操作スイッチ５５５６、５５５７、アンテナ５５５３等によって構成されている。本発明の発光素子を有する発光装置を表示部として組み込むことで電話機を完成できる。

【０１４９】

図１３（Ｃ）は、本発明を適用して作製したテレビ受像機であり、表示部５５３１、筐体５５３２、スピーカー５５３３などによって構成されている。本発明の発光素子を有する発光装置を表示部として組み込むことでテレビ受像機を完成できる。

【０１５０】

以上のように本発明の発光装置は、各種電子機器の表示部として用いるのに非常に適している。なお、電子機器は、本形態で述べたものに限定されるものではなく、ナビゲーション装置等、その他の電子機器であってもよい。

【０１５１】

また、上記の電子機器のうち、本発明の発光素子を光源として用いた発光装置をバックライトとして組み込んだ例として、パーソナルコンピュータしか示さなかったが、これはパーソナルコンピュータに限定されるものではなく、バックライトを使用する電子機器であれば、どのような電子機器でも本発明の発光素子を光源として用いることができる。

【実施例１】

【０１５２】

本発明の発光素子に用いるカルバザール誘導体は、上述した一般式（１）で示される構造を有するものである。R₁は、具体的には、水素、またはフッ素、塩素などのハロゲン元素、またはシアノ基、またはメチル基、エチル基、イソプロピル基、シクロヘキシル基などのアルキル基、またはトリフルオロメチル基などのハロアルキル基、またはメトキシ基、エトキシ基、イソプロポキシ基、シクロヘキシルオキシ基などのアルコキシ基、またはフェニル基、ナフチル基、アントリル基などのアリール基、またはイミダゾリル基、オキサチオリル基、チアゾリル基などの複素環残基、などが挙げられる。R₂～R₅はそれぞれ同一でも異なってもよく、具体的には、水素、またはフッ素、塩素などのハロ

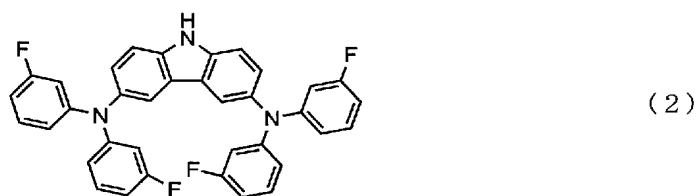
ゲン元素、またはシアノ基、またはメチル基、エチル基、イソプロピル基、シクロヘキシル基などのアルキル基、またはメトキシ基、エトキシ基、イソプロポキシ基、シクロヘキシルオキシ基などのアルコキシ基、またはアセチル基、アクロイル基、マロニル基、ベンゾイル基、ナフトイル基などのアシル基、またはトリフルオロメチル基などのハロアルキル基、またはジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基などのジアルキルアミノ基、またはジフェニルアミノ基やカルバゾリル基などのジアリールアミノ基、またはイミダゾリル基、オキサチオリル基、チアゾリル基などの複素環残基、などが挙げられる。R₁～R₅に関して具体例を挙げたが、R₁～R₅は、これらに限定されるものではない。

【0153】

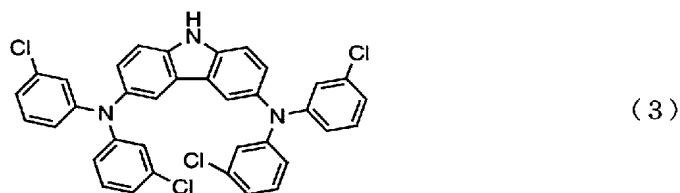
また本発明に用いるカルバゾール誘導体の具体例としては、一般式(1)におけるR₁～R₅の構造を適宜変えることにより、例えば、下記構造式(2)～(76)に示すカルバゾール誘導体等が挙げられる。ただし、本発明で用いるカルバゾール誘導体はこれらに限定されない。

【0154】

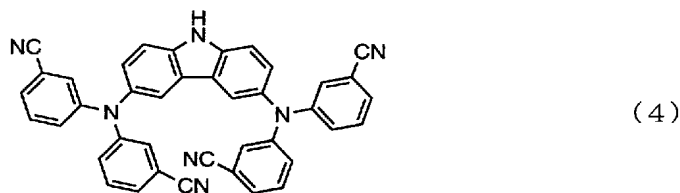
【化2】



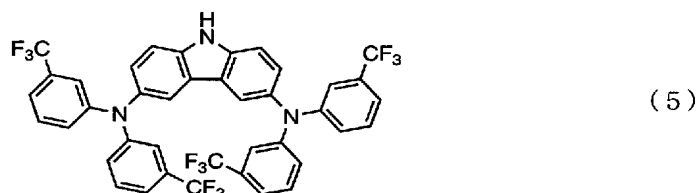
【化3】



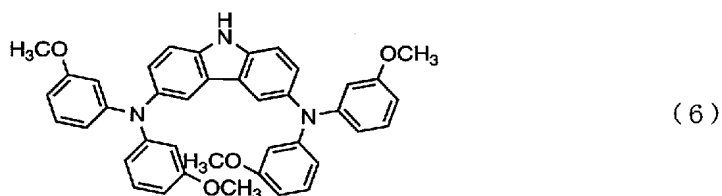
【化4】



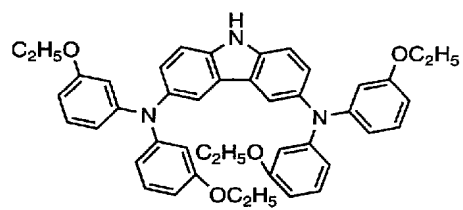
【化5】



【化6】

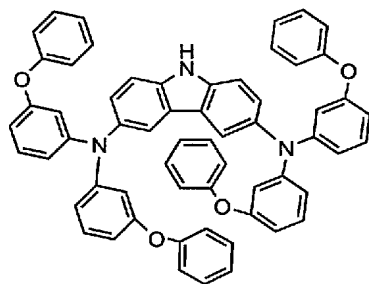


【化 7】



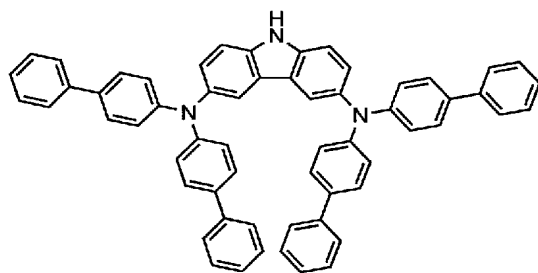
(7)

【化 8】



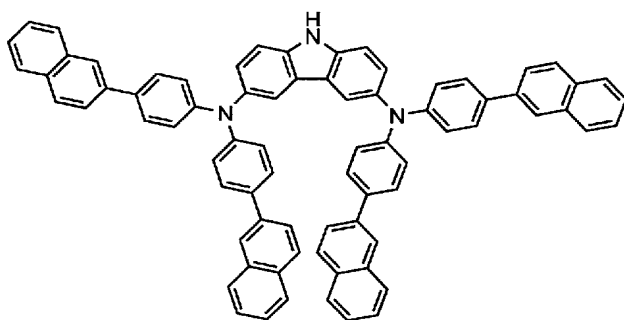
(8)

【化 9】



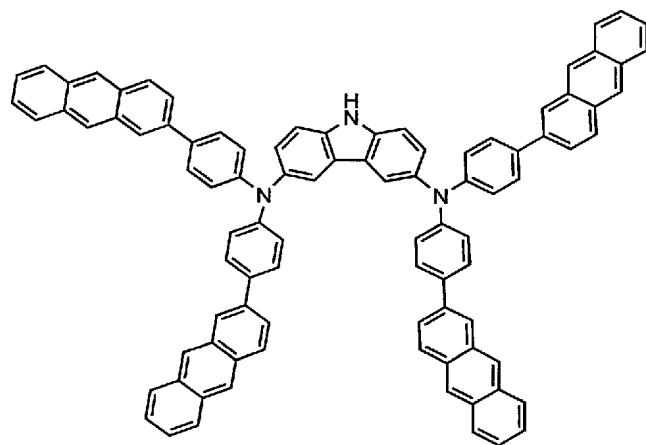
(9)

【化 1 0】



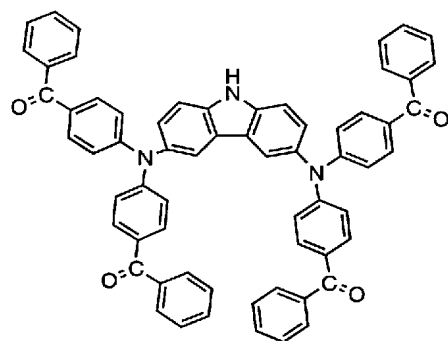
(10)

【化 1 1】



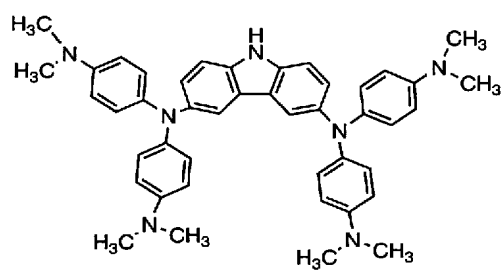
(11)

【化 1 2】



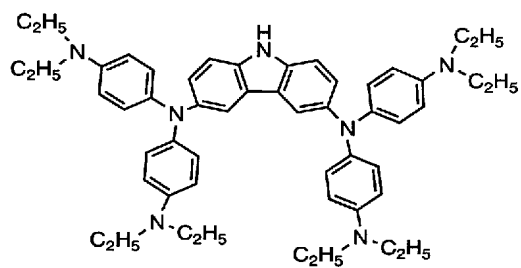
(12)

【化 1 3】



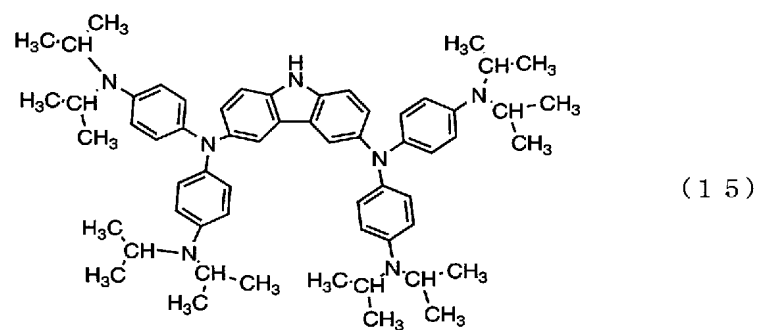
(13)

【化 1 4】

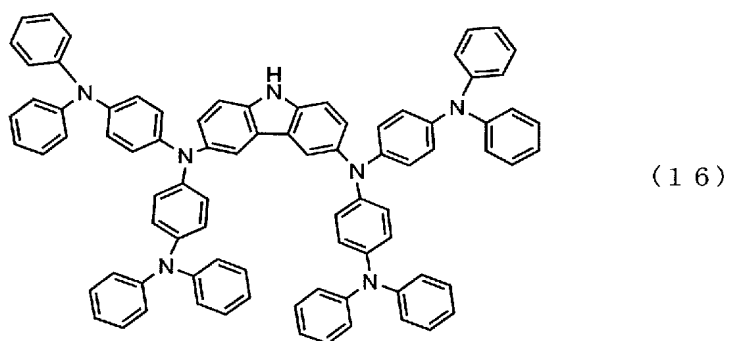


(14)

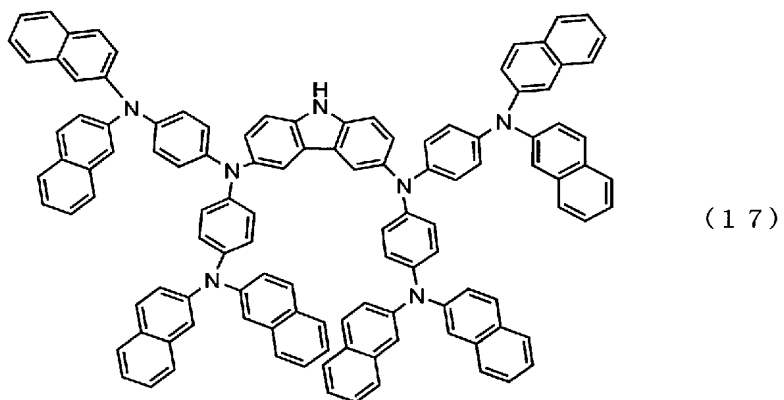
【化 1 5】



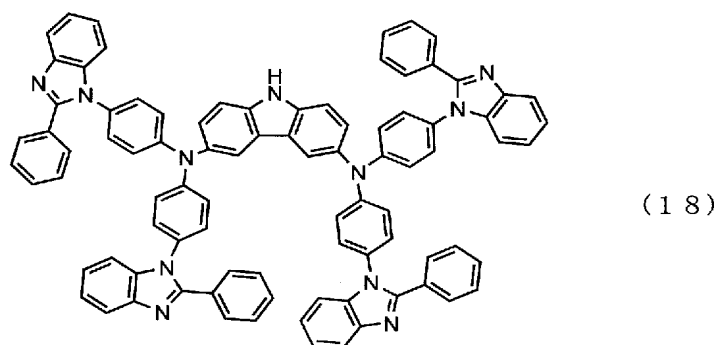
【化 1 6】



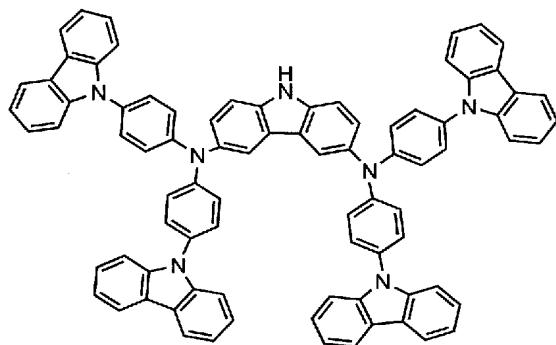
【化 1 7】



【化 1 8】



【化 1 9】



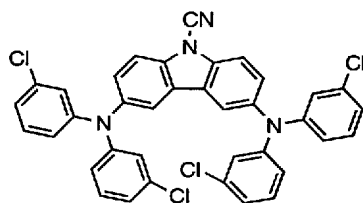
(1 9)

【化 2 0】



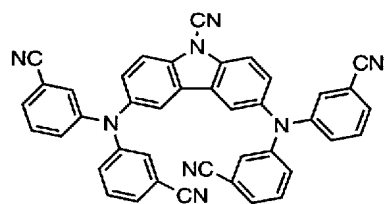
(2 0)

【化 2 1】



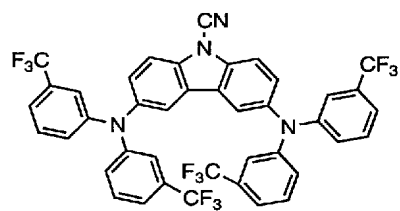
(2 1)

【化 2 2】



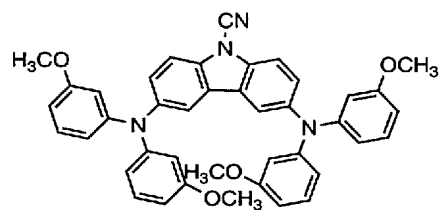
(2 2)

【化 2 3】



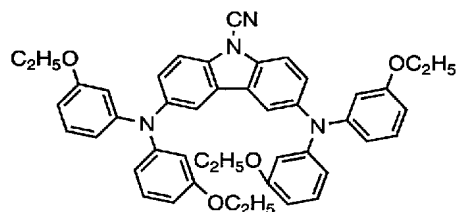
(2 3)

【化 2 4】



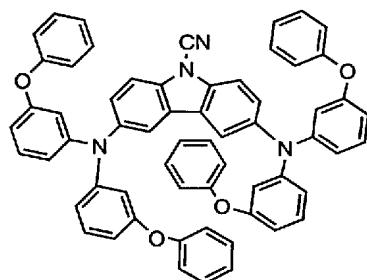
(24)

【化 2 5】



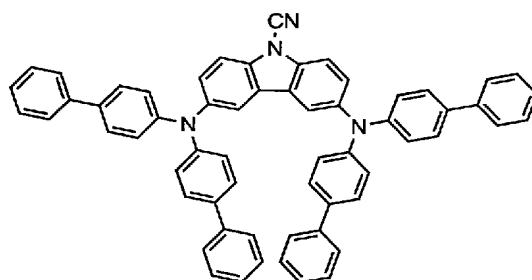
(25)

【化 2 6】



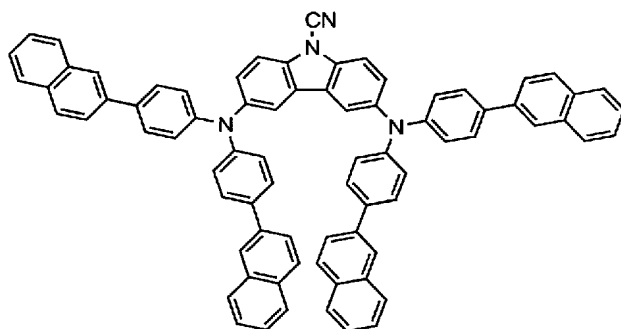
(26)

【化 2 7】



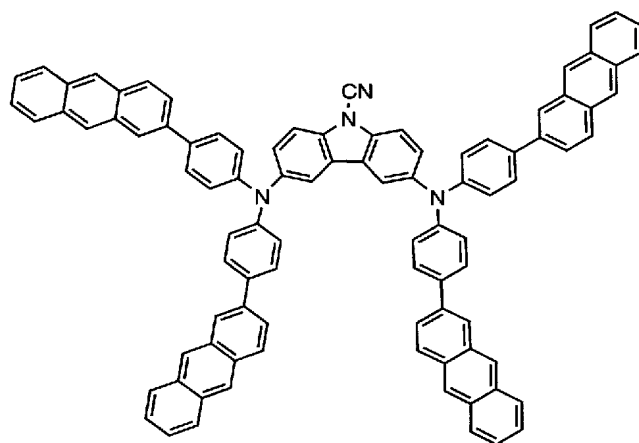
(27)

【化 2 8】



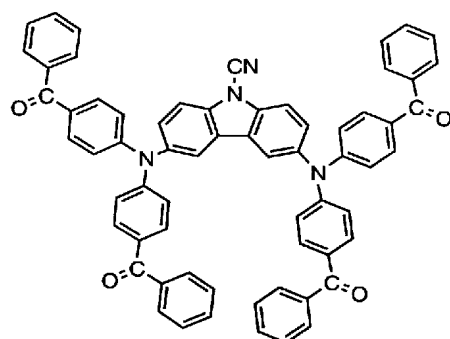
(28)

【化 2 9】



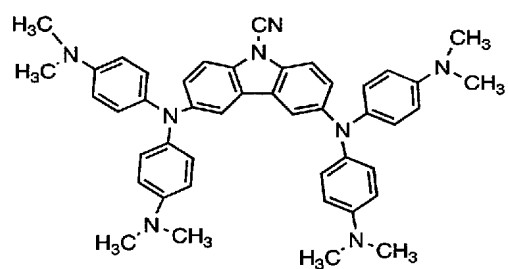
(2 9)

【化 3 0】



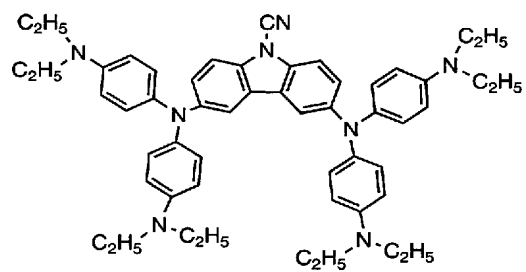
(3 0)

【化 3 1】



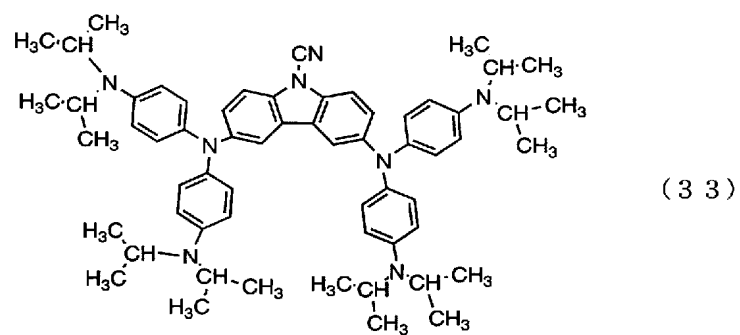
(3 1)

【化 3 2】

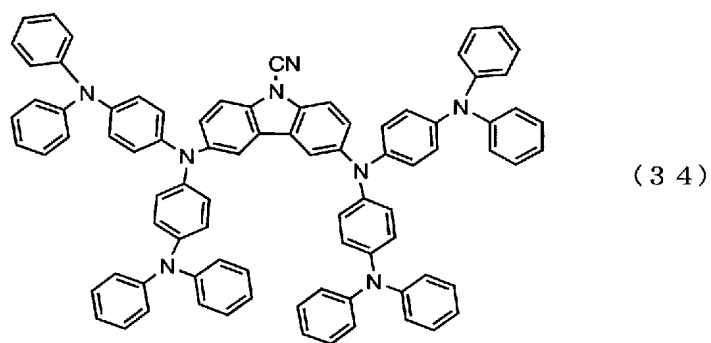


(3 2)

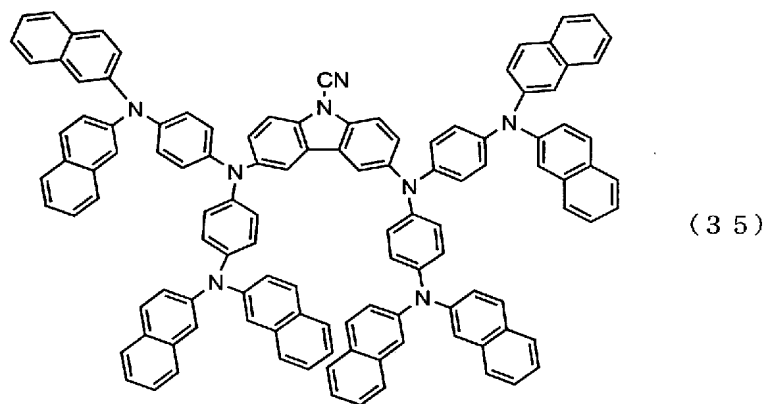
【化 3 3】



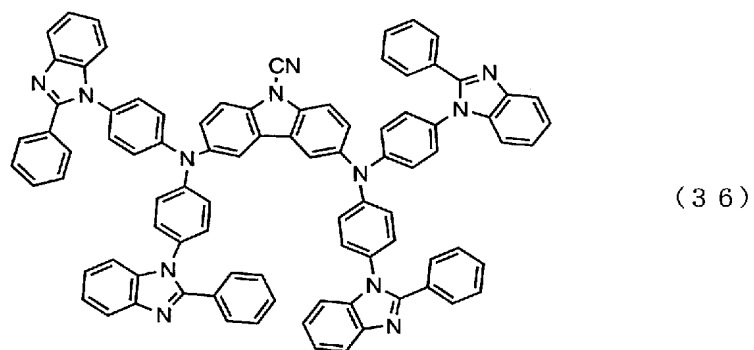
【化 3 4】



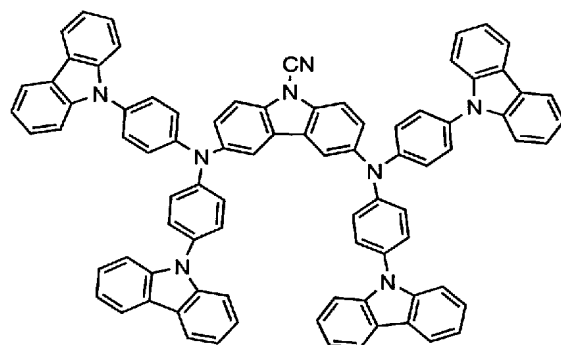
【化 3 5】



【化 3 6】

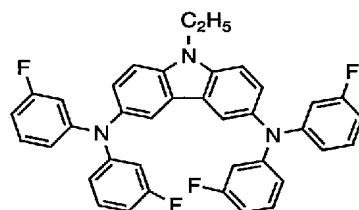


【化 3 7】



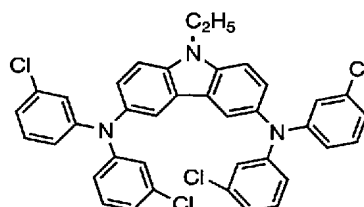
(3 7)

【化 3 8】



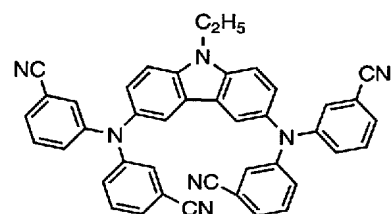
(3 8)

【化 3 9】



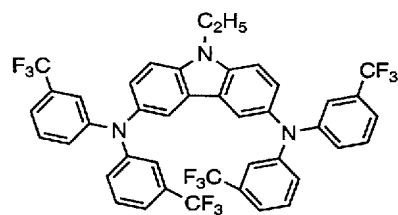
(3 9)

【化 4 0】



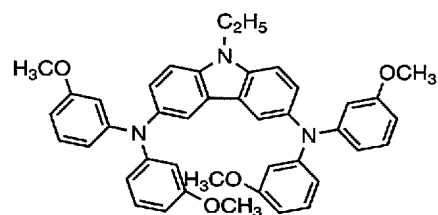
(4 0)

【化 4 1】



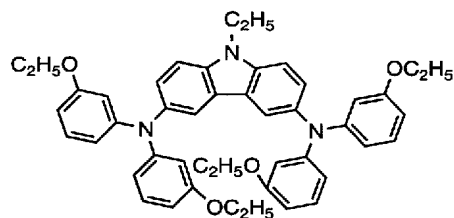
(4 1)

【化 4 2】



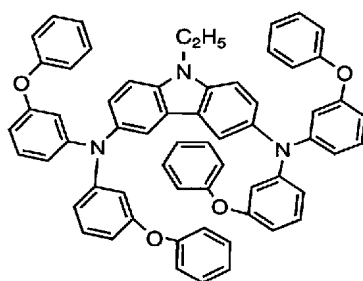
(4 2)

【化 4 3】



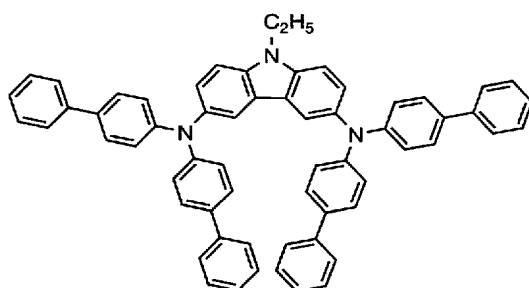
(4 3)

【化 4 4】



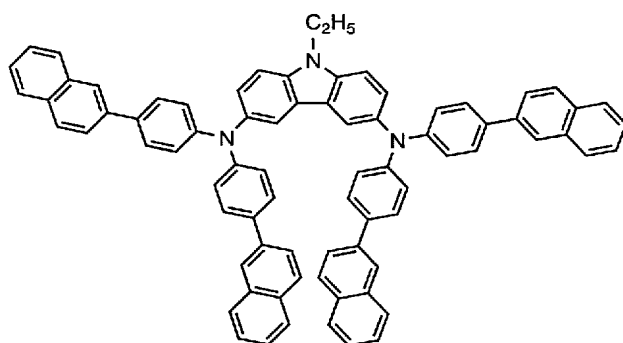
(4 4)

【化 4 5】



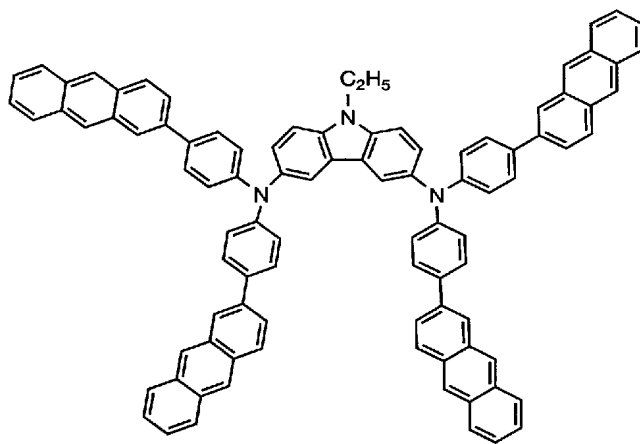
(4 5)

【化 4 6】



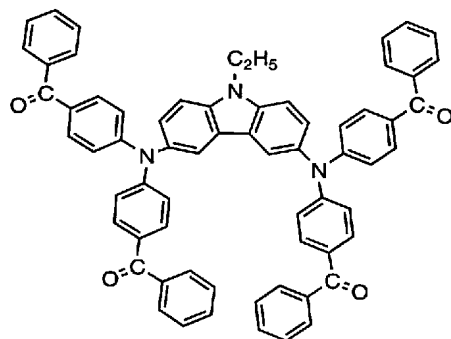
(4 6)

【化 4 7】



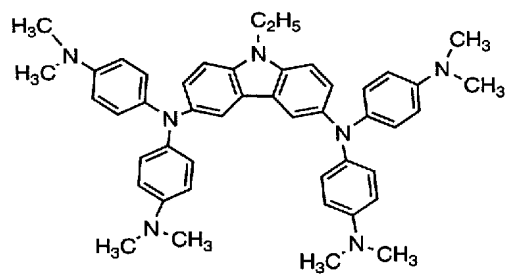
(4 7)

【化 4 8】



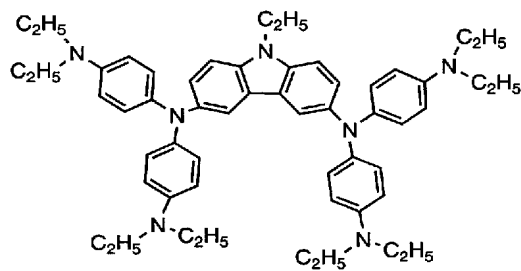
(4 8)

【化 4 9】



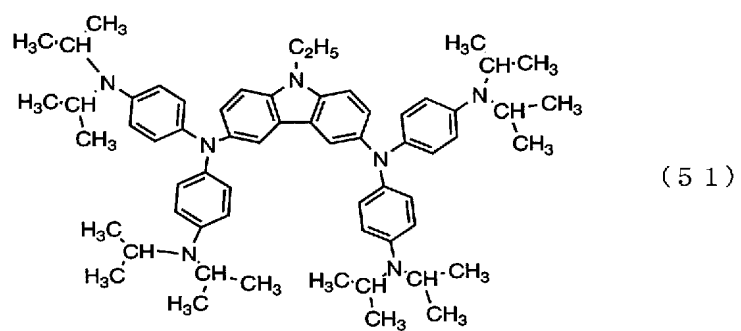
(4 9)

【化 5 0】

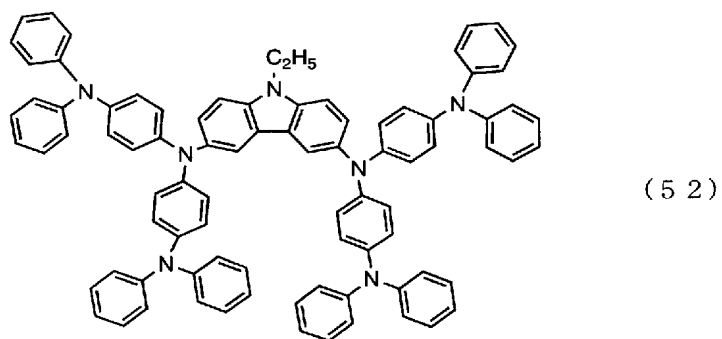


(5 0)

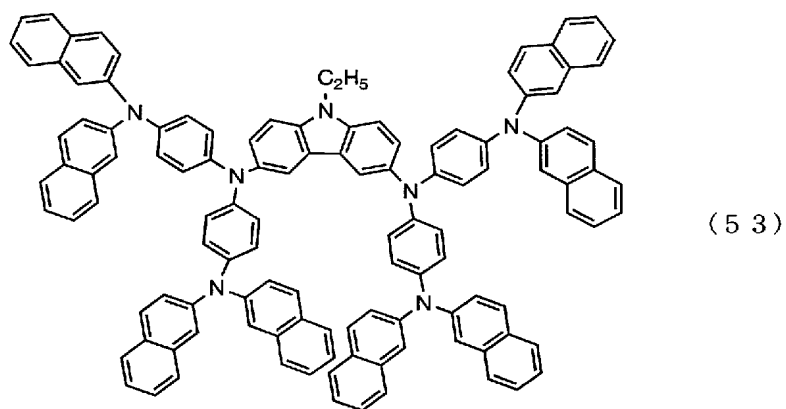
【化 5 1】



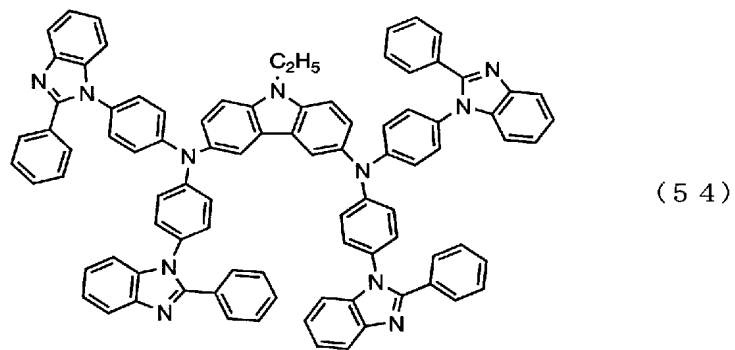
【化 5 2】



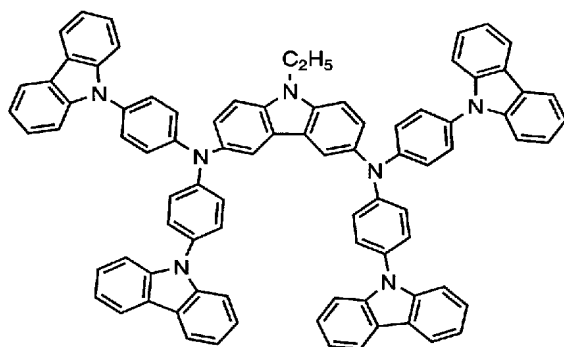
【化 5 3】



【化 5 4】

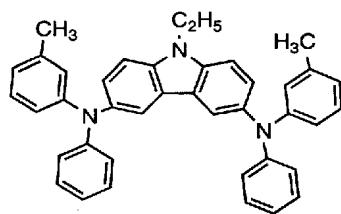


【化 5 5】



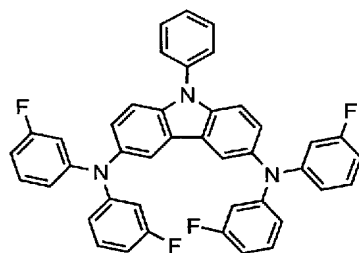
(55)

【化 5 6】



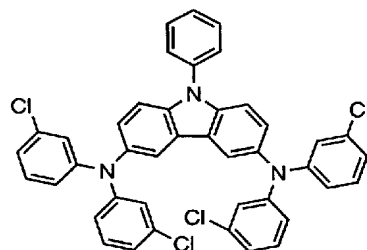
(56)

【化 5 7】



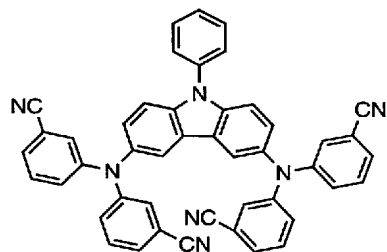
(57)

【化 5 8】



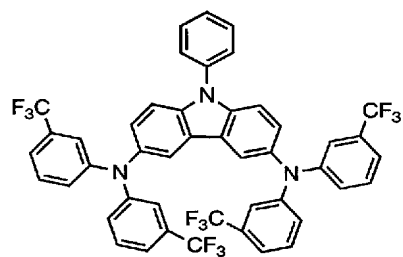
(58)

【化 5 9】



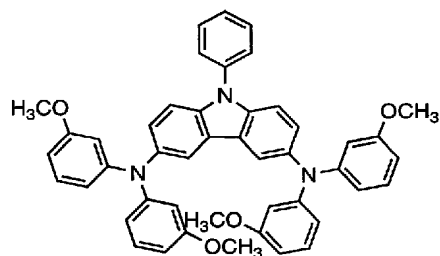
(59)

【化 6 0】



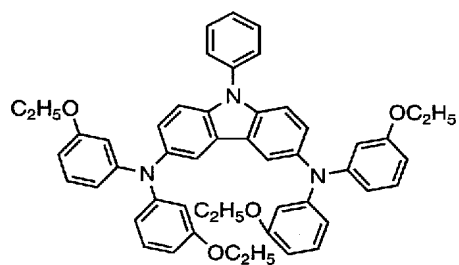
(6 0)

【化 6 1】



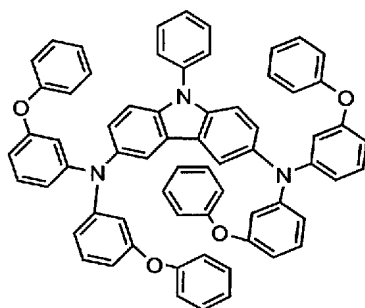
(6 1)

【化 6 2】



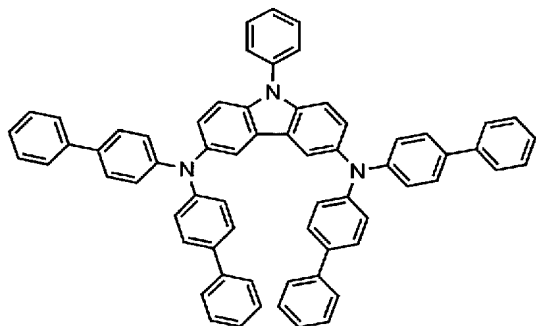
(6 2)

【化 6 3】



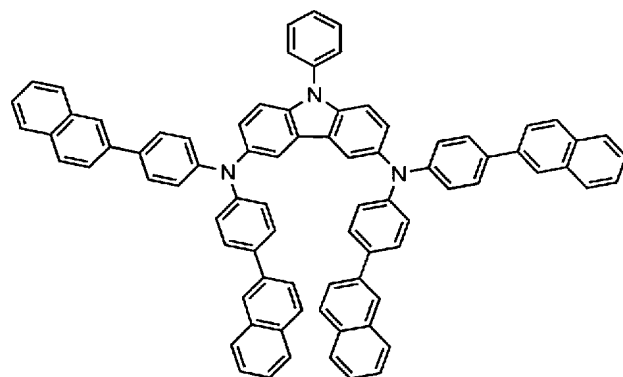
(6 3)

【化 6 4】



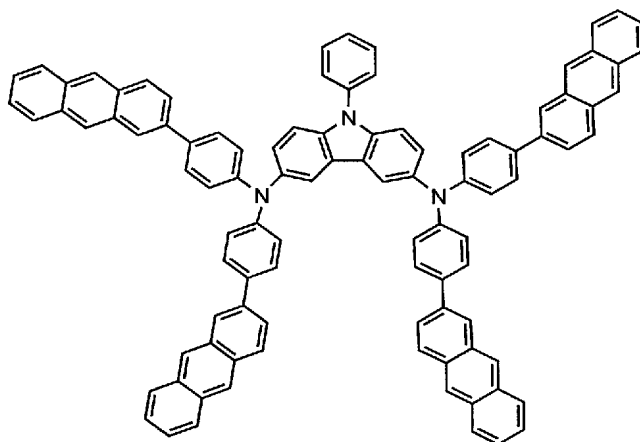
(6 4)

【化 6 5】



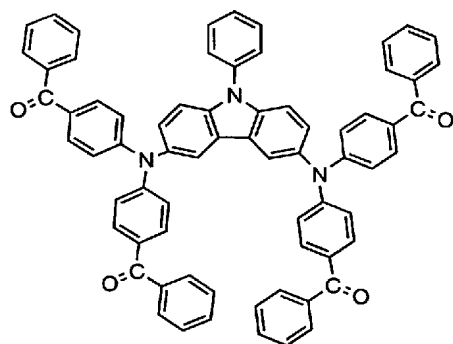
(6 5)

【化 6 6】



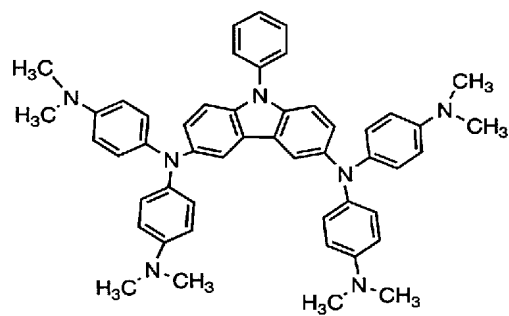
(6 6)

【化 6 7】



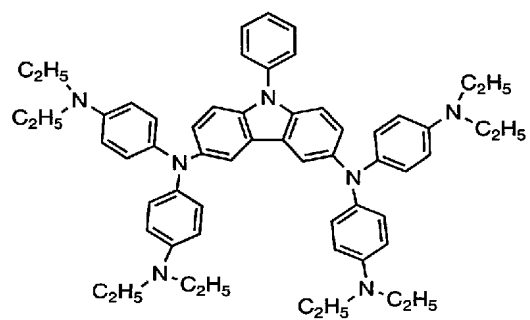
(6 7)

【化 6 8】



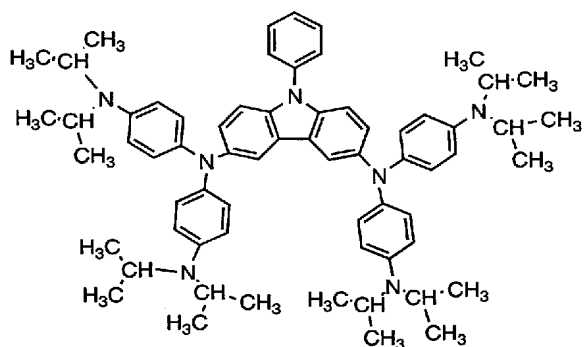
(6 8)

【化 6 9】



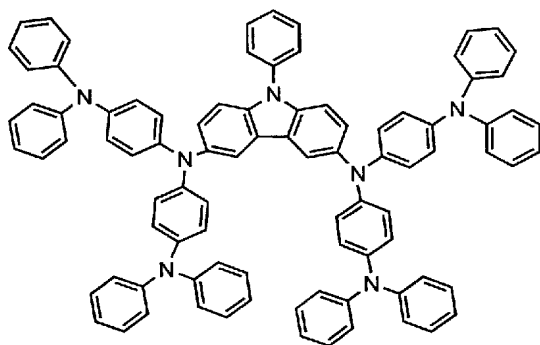
(6 9)

【化 7 0】



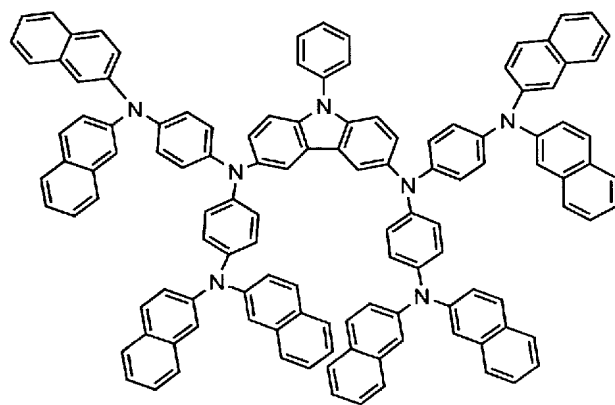
(7 0)

【化 7 1】



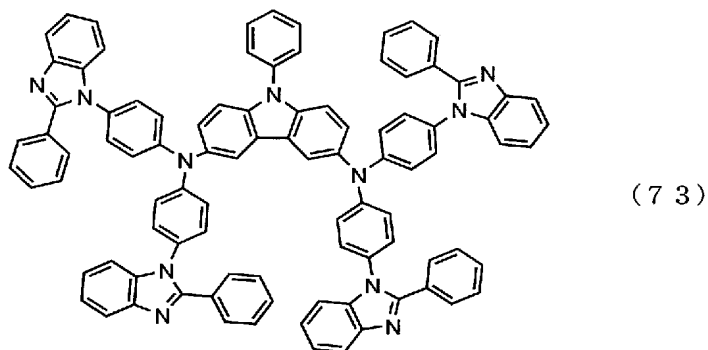
(7 1)

【化 7 2】

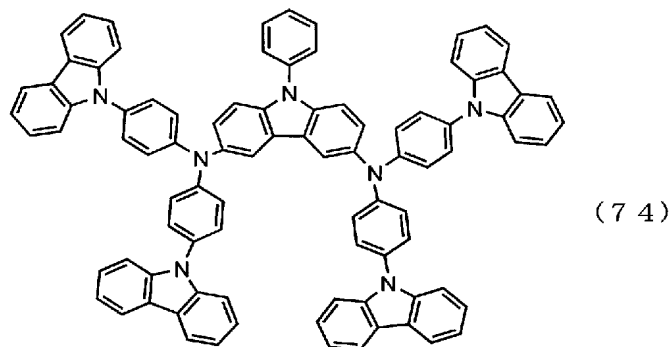


(7 2)

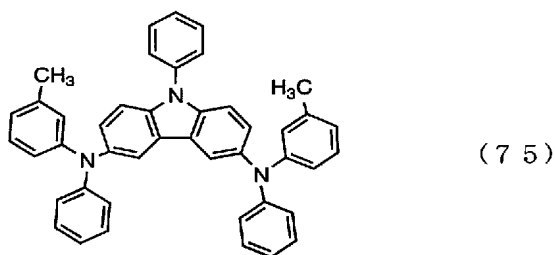
【化 7 3】



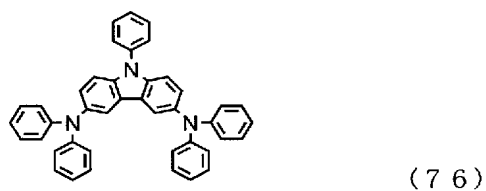
【化 7 4】



【化 7 5】



【化 7 6】



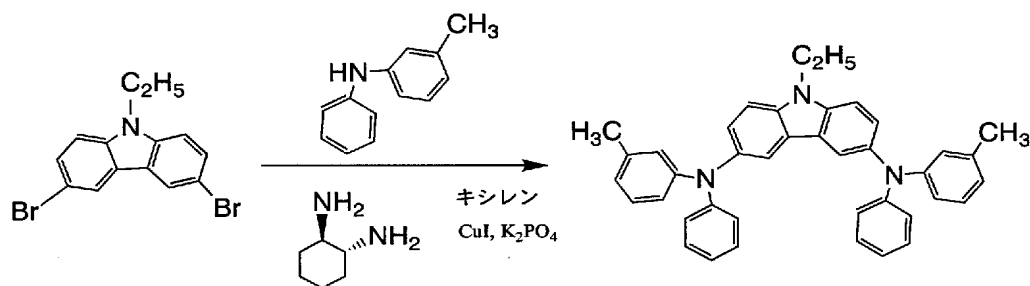
【実施例 2】

【0155】

実施例 1 において、本発明に用いるカルバゾール誘導体の具体例を複数示したが、本発明に用いるカルバゾール誘導体の合成法としては、種々の反応の適用が可能である。

本実施例では、本発明に用いるカルバゾール誘導体の一例である上記構造式 (56) で示したカルバゾール誘導体の合成例を具体的に例示する。ただし、本発明に用いる上記構造式 (56) で示したカルバゾール誘導体の合成法は、これに限定されることはない。なお、本実施例で説明する上記構造 (56) で表されるカルバゾール誘導体の合成例の合成スキームを下記に示す。

【0156】



【0157】

アルゴン雰囲気下、N-エチル-3,6-ジブロモカルバゾール 16.59 g (30 mmol) と N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミン 12.09 g (66 mmol) とを脱水キシレン 100 ml に溶かした。これに、よう化銅 5.7 g (30 mmol)、トランスシクロヘキサンジアミン 22.8 g (200 mmol) を加え、160℃にて30分間攪拌した。攪拌終了後、りん酸カリウム 27.6 g (130 mmol) を加え、さらに9日間攪拌した。攪拌終了後、室温に戻し、トルエン 300 ml を加え、析出した濾物をろ過した。得られたろ液を濃縮し、これにジエチルエーテルを加え、析出した濾物をろ過した。得られたろ液にメタノールを加えると、ビーカーの壁面にタール状のものが析出した。これを一晩静置し、デカンテーションにて液相を除去し、タール状のものを得た。この得られたタール状のものをヘキサン：クロロホルム (1:2) でシリカゲルカラム精製を行い、淡いうぐいす色の粉末である3,6-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]-9-エチルカルバゾール (上記構造式 (56))；以下、Et Cz m P 2 と記す) が得られた。得られた Et Cz m P 2 を高温設定 300℃、低温設定 200℃にて昇華精製を行った。昇華精製後の収率は約 10% であった。

【0158】

なお、得られた Et Cz m P 2 の分解温度は、熱重量測定-示唆熱分析 (TG-DTA) 測定から 310℃ であることがわかった。真空蒸着法を用いて成膜したところ、均質な膜の形成が可能であった。

【0159】

なお、Et Cz m P 2 の薄膜、および溶液 (溶媒：メタノール) について蛍光スペクトルの測定を行ったところ、薄膜の場合には、励起波長 (312 nm) に対して、435 nm に最大ピークを、溶液の場合には、励起波長 (290 nm) に対して、400 nm に最大ピークを有する蛍光スペクトルが得られた (図 15)。また、Et Cz m P 2 の薄膜、および溶液 (溶媒：メタノール) について紫外・可視領域吸収スペクトルの測定を行ったところ、薄膜の場合には、312 nm に、溶液の場合には、303 nm に最大吸収波長が得られた (図 16)。

【0160】

さらに、光電子分光装置 AC-2 (理研計器社製) を用いて測定した HOMO 準位の値は、-5.18 eV であった。また、吸収スペクトル (図 16) の吸収端をエネルギーギャップとして、その値を HOMO 準位の値に加算することにより見積もった LUMO 準位の値は、-1.71 eV であった。

【実施例 3】

【0161】

本実施例では、本発明に用いるカルバゾール誘導体の一例である上記構造式 (75) で示したカルバゾール誘導体の合成例を具体的に例示する。

【0162】

本合成例 2 では、原材料 N-フェニル-3,6-ジブロモカルバゾール 12.03 g (30 mmol) を用いて、上記合成例 1 と同様な方法にて本発明のカルバゾール誘導体である 3,6-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニル

カルバゾール（上記構造式（75）；以下、PhCzmP2と記す）が得られた。得られたPhCzmP2を高温度設定290℃、低温度90℃にて昇華精製を行った。昇華精製後の収率は約10%であった。

【0163】

得られたPhCzmP2の¹H NMRのスペクトルを図17に、図17の点線（A）で囲まれた領域の拡大図を図18に示す。図17、18において、縦軸はシグナルの相対強度を示し、横軸は、試料と基準試料との共鳴周波数の差を装置発振器の周波数で割った無次元値δを示す。

【0164】

得られたPhCzmP2の¹H NMRのデータは以下のとおりである。

¹H NMR（300MHz、DMSO-d）；δ=3.31（s、6H）、6.74（s、2H）、6.75（d、j=6.0、4H）、6.85—6.91（m、6H）、7.08（t、j=7.8、2H）、7.15—7.20（m、6H）、7.33（d、j=8.7、2H）、7.51（t、j=7.2、1H）、7.58—7.68（m、4H）、7.91（s、2H）

【0165】

なお、得られたPhCzmP2の分解温度は、230℃であることがわかった。真空蒸着法を用いて成膜したところ、均質な膜の形成が可能であった。

【0166】

なお、PhCzmP2の薄膜、および溶液（溶媒：メタノール）について蛍光スペクトルの測定を行ったところ、薄膜の場合には、励起波長（308nm）に対して、430nmに最大ピークを、溶液の場合には、励起波長（320nm）に対して、439nmに最大ピークを有する蛍光スペクトルが得られた（図19）。また、PhCzmP2の薄膜、について紫外・可視領域吸収スペクトルの測定を行ったところ、308nmに最大吸収波長が得られた（図20）。

【0167】

さらに、上記合成例1と同様な方法にて測定したHOMO準位の値は、-5.40eVであり、LUMO準位の値は、-2.39eVであった。

【実施例4】

【0168】

本実施例では、本発明に用いるカルバゾール誘導体の一例である上記構造式（76）で示したカルバゾール誘導体の合成例を具体的に例示する。

【0169】

本合成例3では、原材料N-フェニル-3,6-ジブロモカルバゾール12.03g（30mmol）とジフェニルアミン（12.18g、72mmol）を用いて、上記合成例1と同様な方法にて本発明のカルバゾール誘導体であるN-フェニル-3,6-ジジフェニルアミノカルバゾール（上記構造式（76）；以下、PhCzP2と記す）が得られた。得られたPhCzP2を高温度設定270℃、低温度175℃にて昇華精製を行った。昇華精製後の収率は約50%であった。

得られたPhCzP2の¹H NMRのスペクトルを図21に、¹³C NMRのスペクトルを図22に、図22の点線（A）で囲まれた領域の拡大図を図23に示す。図21～23において、縦軸はシグナルの相対強度を示し、横軸は、試料と基準試料との共鳴周波数の差を装置発振器の周波数で割った無次元値δを示す。

得られたPhCzP2の¹H NMRのデータは以下のとおりである。

¹H NMR（300MHz、DMSO-d）；δ=6.88—6.95（m、12H）、7.17—7.23（m、10H）、7.35（d、j=4.5、6H）、7.56—7.69（m、5H）、7.97（s、2H）

¹³C NMR（75MHz、DMSO-d）；δ=111.1、119.4、121.6、122.0、123.6、126.4、126.8、127.8、129.3、130.2、136.7、138.2、139.9、148.0

【0170】

なお、得られたPhCzP2の分解温度は、TG-DTA測定により365℃であることがわかった。真空蒸着法を用いて成膜したところ、均質な膜の形成が可能であった。

【0171】

なお、PhCzP2の薄膜、および溶液（溶媒：ジクロロメタン）について蛍光スペクトルの測定を行ったところ、薄膜の場合には、励起波長（313nm）に対して、429nmに最大ピークを、溶液の場合には、励起波長（315nm）に対して、435nmに最大ピークを有する蛍光スペクトルが得られた（図24）。また、PhCzP2の薄膜、ジクロロメタン溶液について紫外・可視領域吸収スペクトルの測定を行ったところ、薄膜の場合313nm、溶液の場合305nmに最大吸収波長が得られた（図25）。

【0172】

さらに、上記合成例1と同様な方法にて測定したHOMO準位の値は、 -5.31 eV であり、LUMO準位の値は、 -2.57 eV であった。

【図面の簡単な説明】

【0173】

【図1】本発明の発光素子の一態様について説明する図。

【図2】本発明の発光素子の一態様について説明する図。

【図3】本発明の発光素子の一態様について説明する図。

【図4】本発明の発光素子の一態様について説明する図。

【図5】本発明の発光素子の一態様について説明する図。

【図6】本発明の発光素子の一態様について説明する図。

【図7】本発明の発光装置の一態様について説明する上面図。

【図8】本発明の発光装置に設けられた画素を駆動する為の回路の一態様について説明する図。

【図9】本発明の発光装置に含まれる画素部の一態様について説明する図。

【図10】本発明の発光装置に含まれる画素を駆動するための駆動方法について説明するフレーム図。

【図11】本発明の発光装置の断面の一態様について説明する図。

【図12】本発明の発光装置の一態様について説明する図。

【図13】本発明を適用した電子機器の一態様について説明する図。

【図14】本発明を適用した照明装置について説明する図。

【図15】本発明に用いるカルバゾール誘導体の蛍光スペクトルを示す図。

【図16】本発明に用いるカルバゾール誘導体の紫外・可視領域吸収スペクトルを示す図。

【図17】本発明に用いるカルバゾール誘導体の ^1H NMRスペクトルを示す図。

【図18】本発明に用いるカルバゾール誘導体の ^1H NMRスペクトルの拡大図。

【図19】本発明に用いるカルバゾール誘導体の蛍光スペクトルを示す図。

【図20】本発明に用いるカルバゾール誘導体の紫外・可視領域吸収スペクトルを示す図。

【図21】本発明に用いるカルバゾール誘導体の ^1H NMRスペクトルを示す図。

【図22】本発明に用いるカルバゾール誘導体の ^{13}C NMRスペクトルを示す図。

【図23】本発明に用いるカルバゾール誘導体の ^{13}C NMRスペクトルの拡大図。

【図24】本発明に用いるカルバゾール誘導体の蛍光スペクトルを示す図。

【図25】本発明に用いるカルバゾール誘導体の紫外・可視領域吸収スペクトルを示す図。

【符号の説明】

【0174】

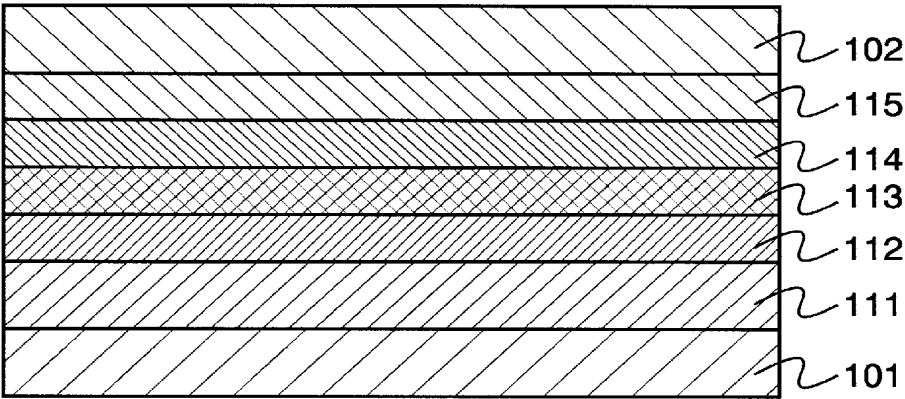
101 第1の電極

102 第2の電極

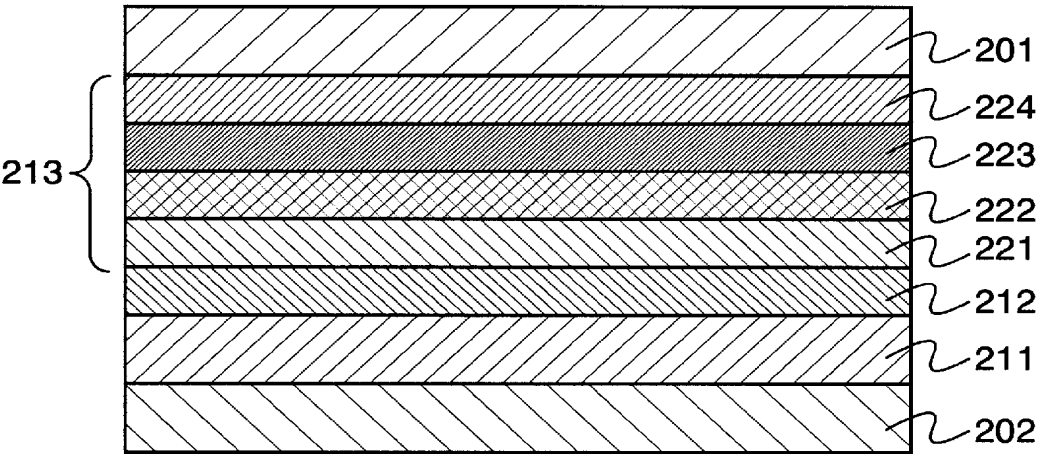
111 正孔発生層

| | |
|---------|---------------|
| 1 1 2 | 正孔輸送層 |
| 1 1 3 | 発光層 |
| 1 1 4 | 電子輸送層 |
| 1 1 5 | 電子発生層 |
| 1 1 6 | 電子注入層 |
| 1 1 7 | 正孔阻止層 |
| 2 0 1 | 第 1 の電極 |
| 2 0 2 | 第 2 の電極 |
| 2 1 1 | 第 1 の層 |
| 2 1 2 | 第 2 の層 |
| 2 1 3 | 第 3 の層 |
| 2 2 1 | 電子輸送層 |
| 2 2 2 | 発光層 |
| 2 2 3 | 正孔輸送層 |
| 2 2 4 | 正孔発生層 |
| 2 2 5 | 正孔注入層 |
| 2 2 6 | 正孔阻止層 |
| 6 5 0 0 | 基板 |
| 6 5 0 3 | F P C |
| 6 5 0 4 | プリント配線基盤 |
| 6 5 1 1 | 画素部 |
| 6 5 1 2 | ソース信号線駆動回路 |
| 6 5 1 3 | 書込用ゲート信号線駆動回路 |
| 6 5 1 4 | 消去用ゲート信号線駆動回路 |
| 9 0 1 | トランジスタ |
| 9 0 2 | トランジスタ |
| 9 0 3 | 発光素子 |
| 9 1 1 | ゲート信号線 |
| 9 1 2 | ソース信号線 |
| 9 1 3 | 書込用ゲート信号線駆動回路 |
| 9 1 4 | 消去用ゲート信号線駆動回路 |
| 9 1 5 | ソース信号線駆動回路 |
| 9 1 6 | 電源 |
| 9 1 7 | 電流供給線 |
| 9 1 8 | スイッチ |
| 9 1 9 | スイッチ |
| 9 2 0 | スイッチ |
| 1 0 0 1 | トランジスタ |
| 1 0 0 2 | トランジスタ |
| 1 0 0 3 | ゲート信号線 |
| 1 0 0 4 | ソース信号線 |
| 1 0 0 5 | 電流供給線 |
| 1 0 0 6 | 電極 |
| 5 0 1 | サブフレーム |
| 5 0 2 | サブフレーム |
| 5 0 3 | サブフレーム |
| 5 0 4 | サブフレーム |
| 5 0 1 a | 書き込み期間 |
| 5 0 1 b | 保持期間 |
| 5 0 2 a | 書き込み期間 |

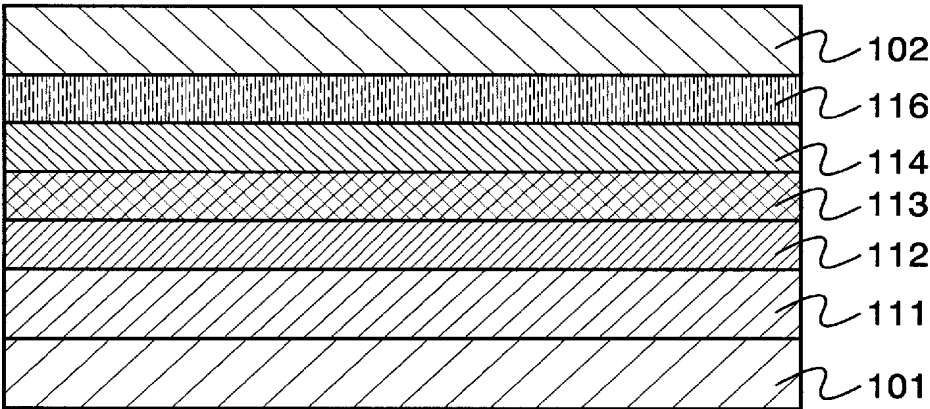
| | |
|---------|---------|
| 5 0 2 b | 保持期間 |
| 5 0 3 a | 書き込み期間 |
| 5 0 3 b | 保持期間 |
| 5 0 4 a | 書き込み期間 |
| 5 0 4 b | 保持期間 |
| 5 0 4 c | 消去期間 |
| 5 0 4 d | 非発光期間 |
| 1 0 | 基板 |
| 1 1 | トランジスタ |
| 1 2 | 発光素子 |
| 1 3 | 第 1 の電極 |
| 1 4 | 第 2 の電極 |
| 1 5 | 層 |
| 1 6 | 層間絶縁膜 |
| 1 7 | 配線 |
| 1 8 | 隔壁層 |
| 1 9 | 層間絶縁膜 |
| 9 5 1 | 基板 |
| 9 5 2 | 電極 |
| 9 5 6 | 電極 |
| 9 5 5 | 層 |
| 9 5 3 | 絶縁層 |
| 9 5 4 | 隔壁層 |
| 9 5 3 | 絶縁層 |
| 5 5 2 1 | 本体 |
| 5 5 2 2 | 筐体 |
| 5 5 2 3 | 表示部 |
| 5 5 2 4 | キーボード |
| 5 5 1 1 | 筐体 |
| 5 5 1 2 | 液晶装置 |
| 5 5 1 3 | 発光装置 |
| 5 5 1 4 | 筐体 |
| 5 5 1 5 | 外部入力端子 |
| 5 5 1 6 | 発光素子アレイ |
| 5 5 5 1 | 表示部 |
| 5 5 5 2 | 本体 |
| 5 5 5 3 | アンテナ |
| 5 5 5 4 | 音声出力部 |
| 5 5 5 5 | 音声入力部 |
| 5 5 5 6 | 操作スイッチ |
| 5 5 3 1 | 表示部 |
| 5 5 3 2 | 筐体 |
| 5 5 3 3 | スピーカー |



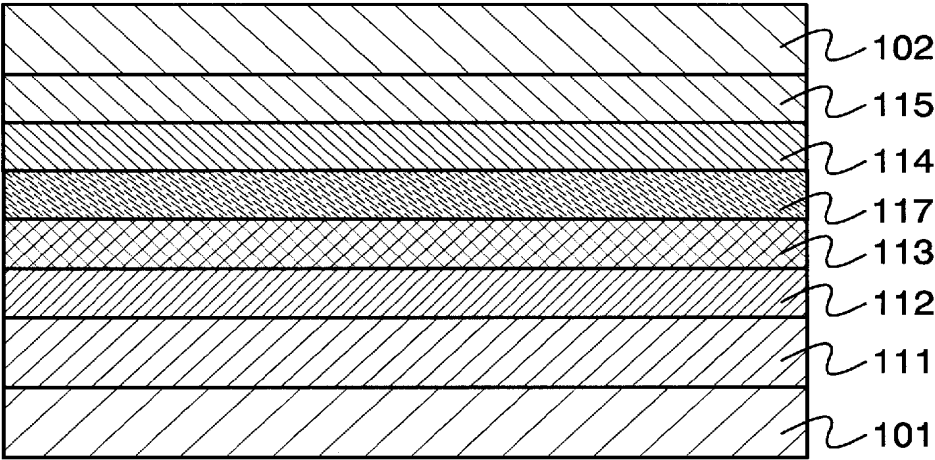
【図 2】



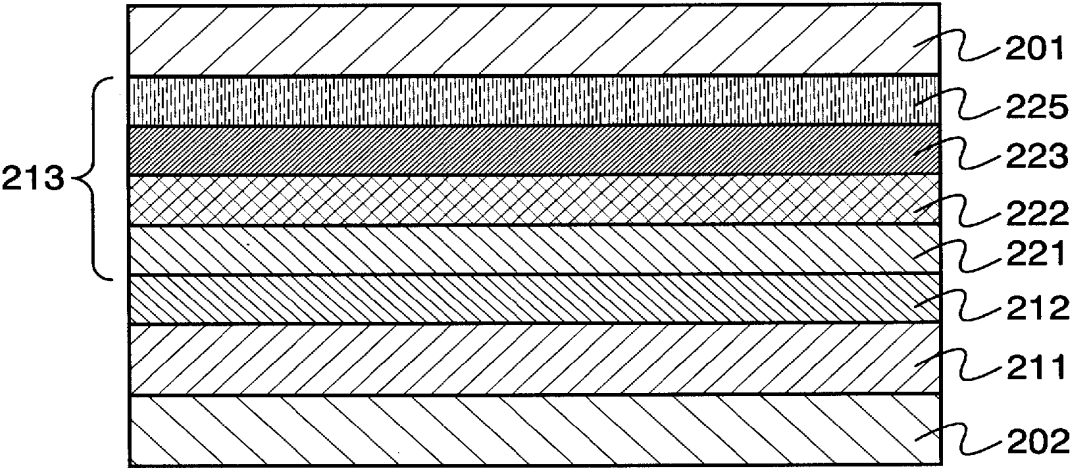
【図 3】



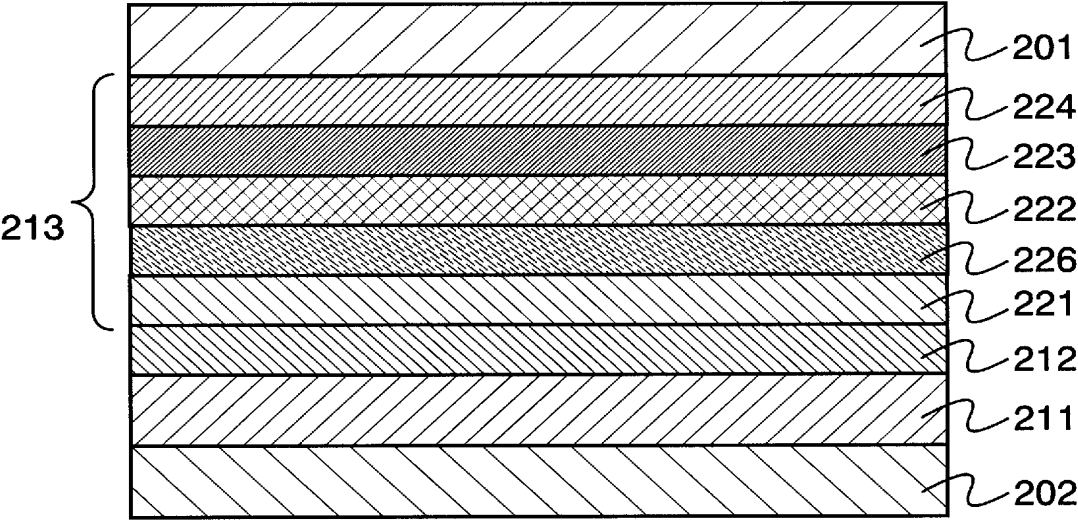
【図 4】

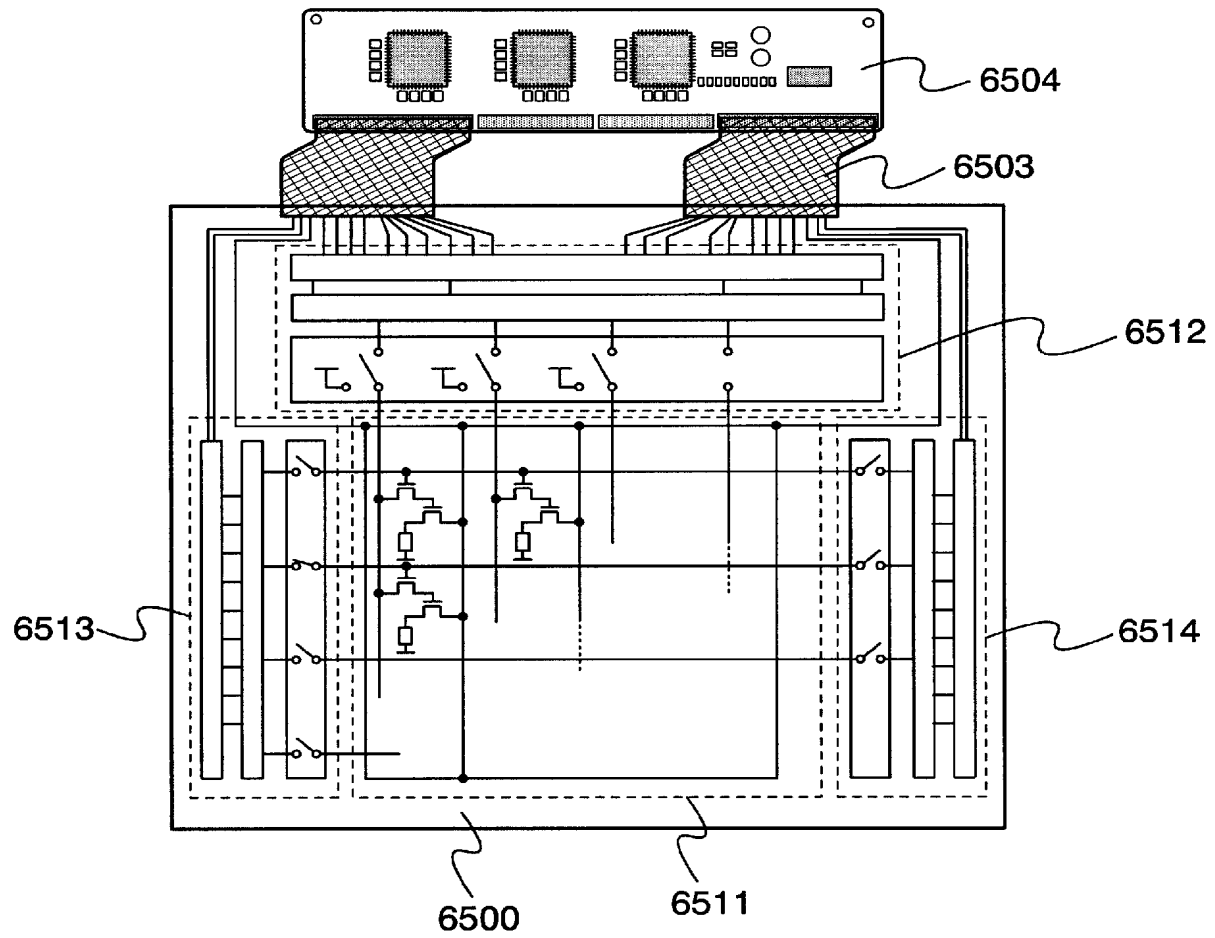


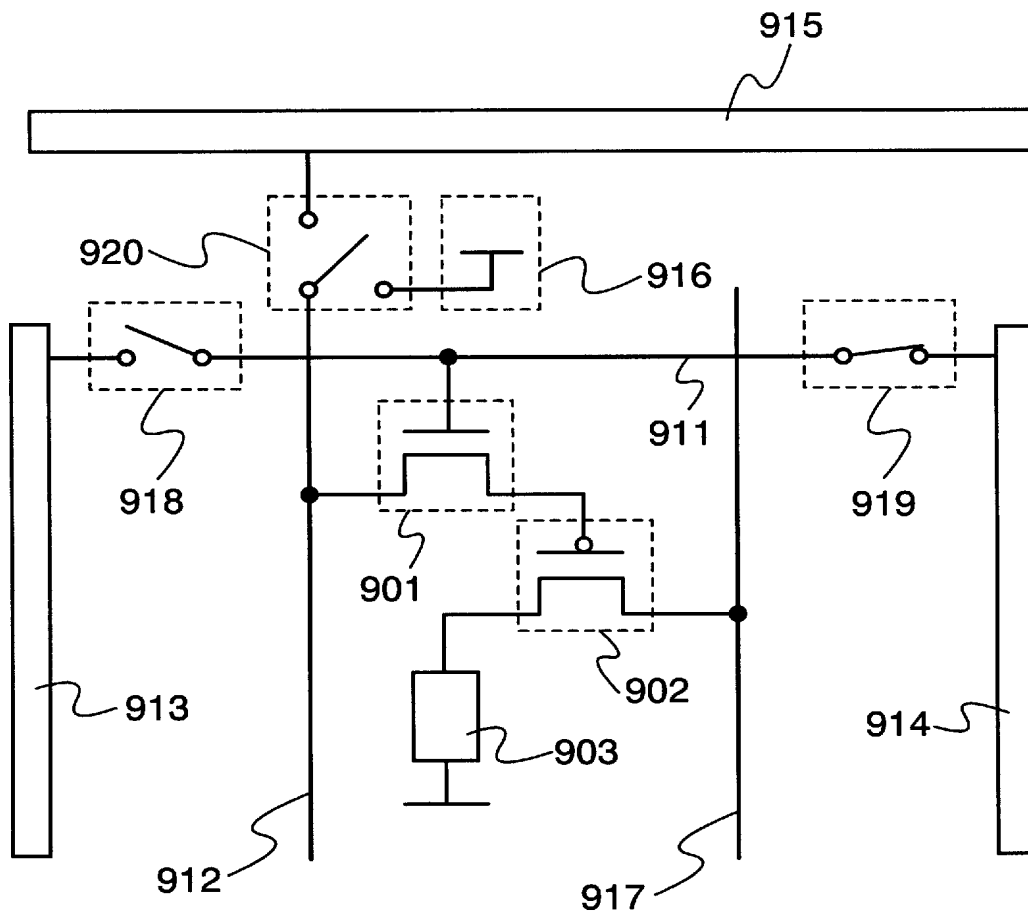
【図 5】

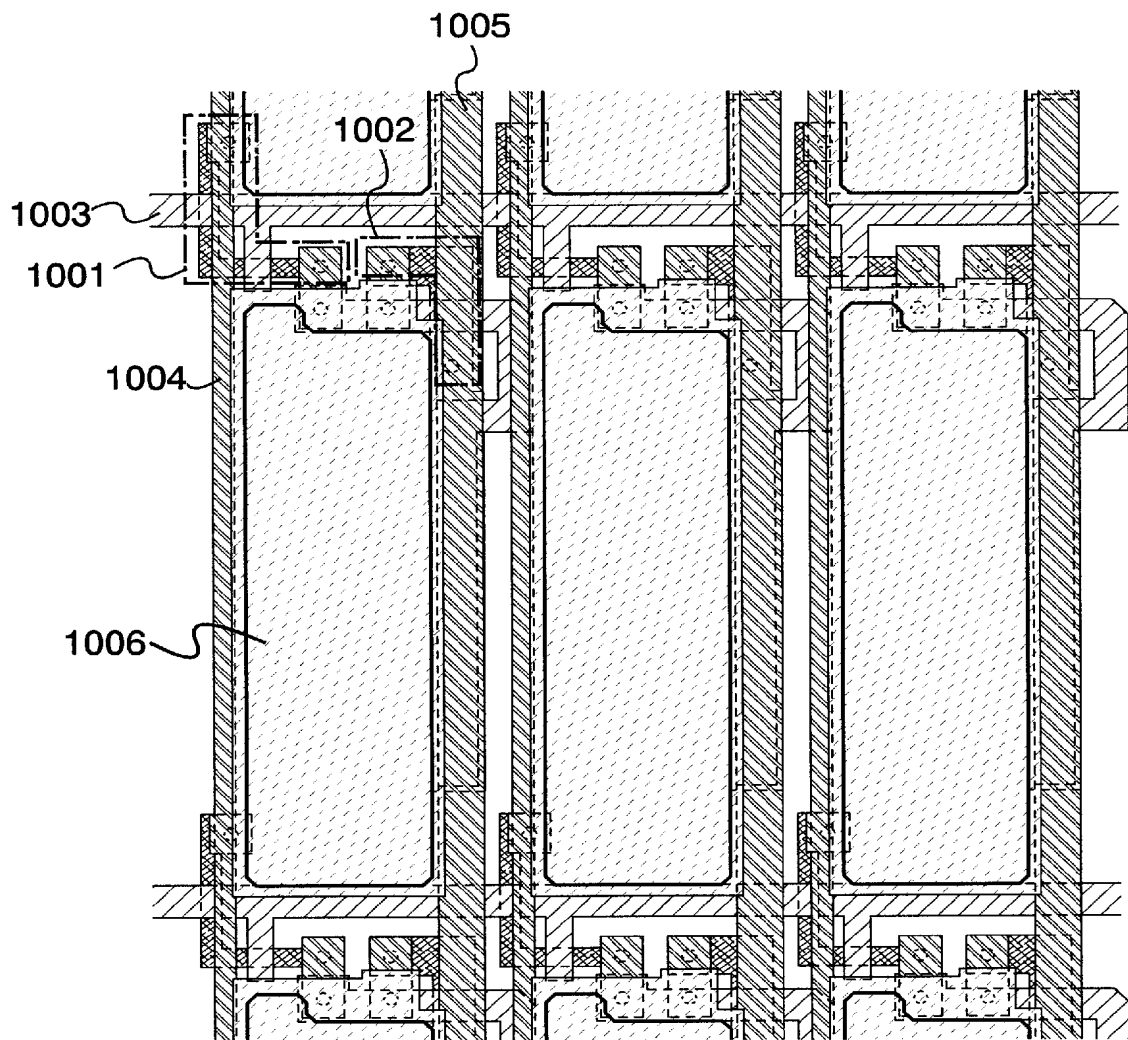


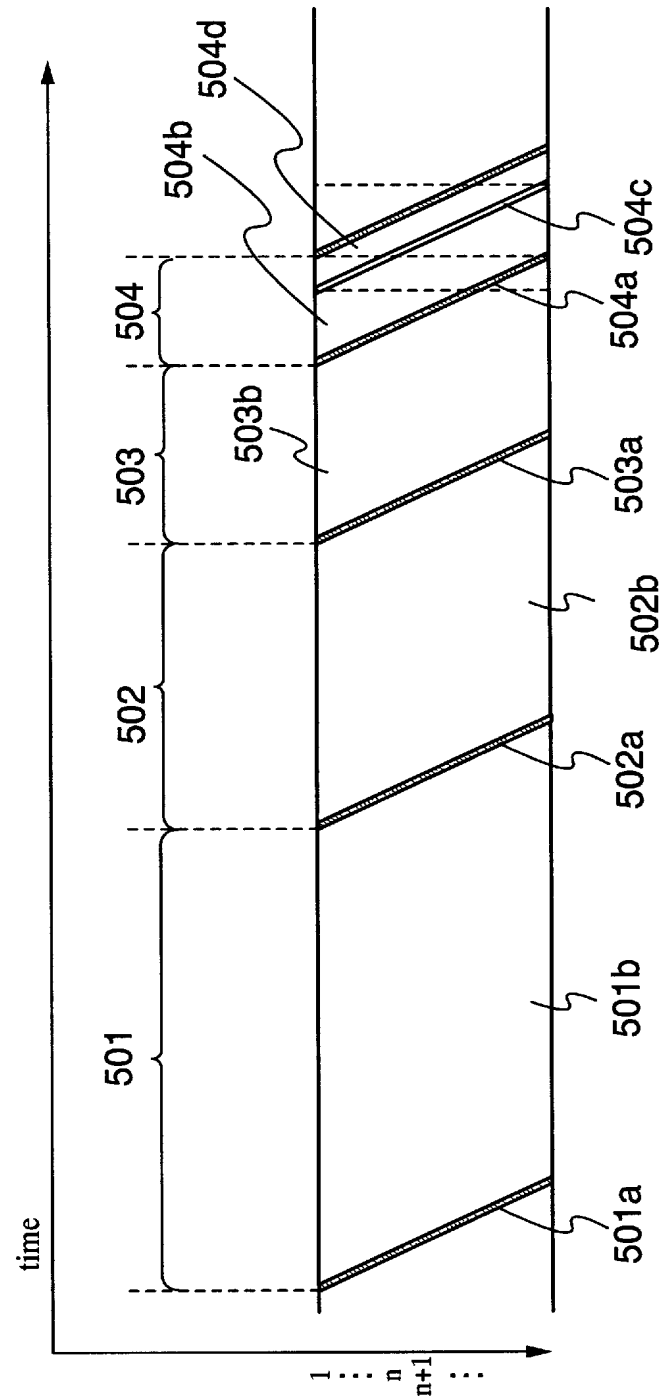
【図 6】

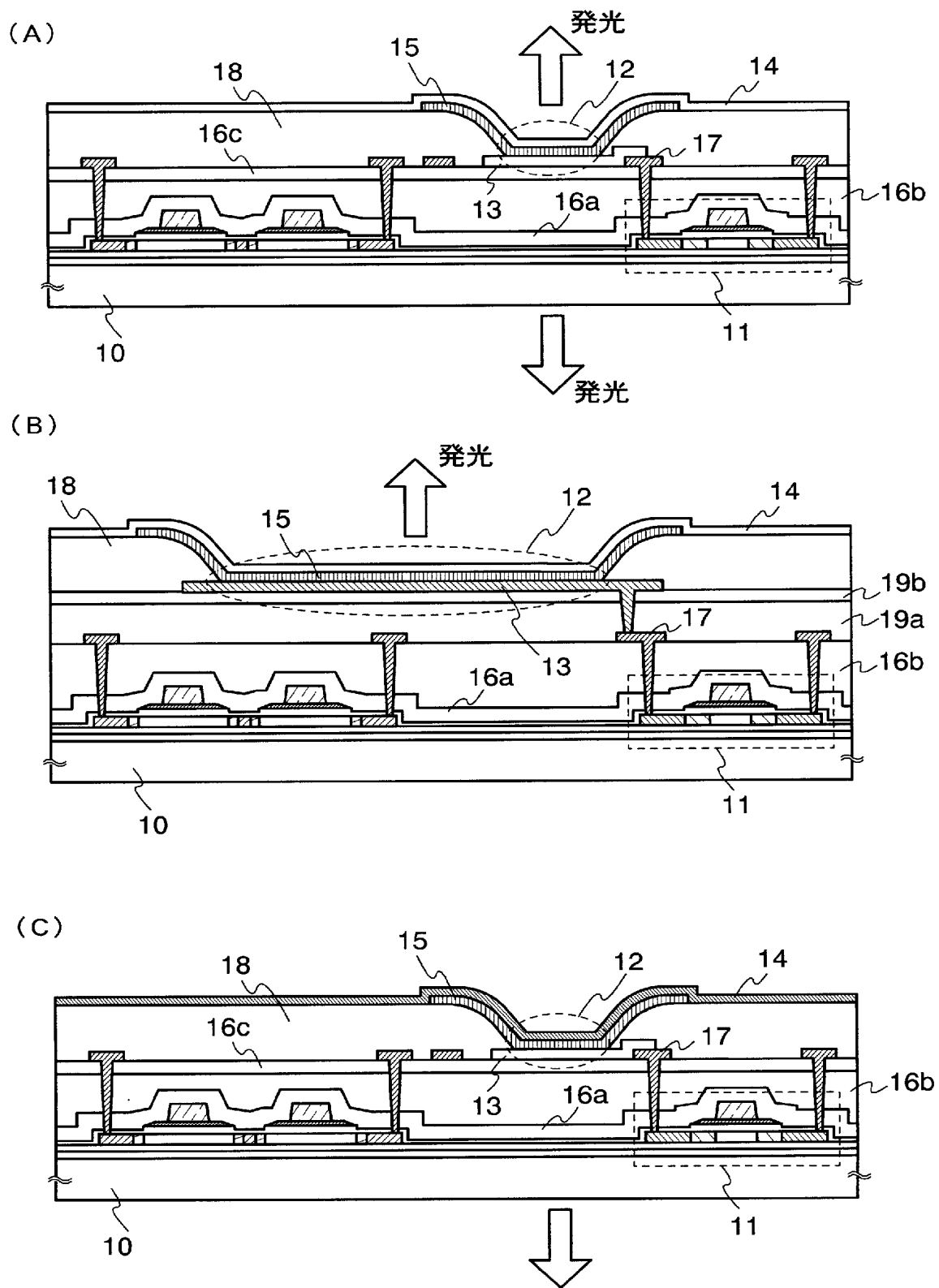


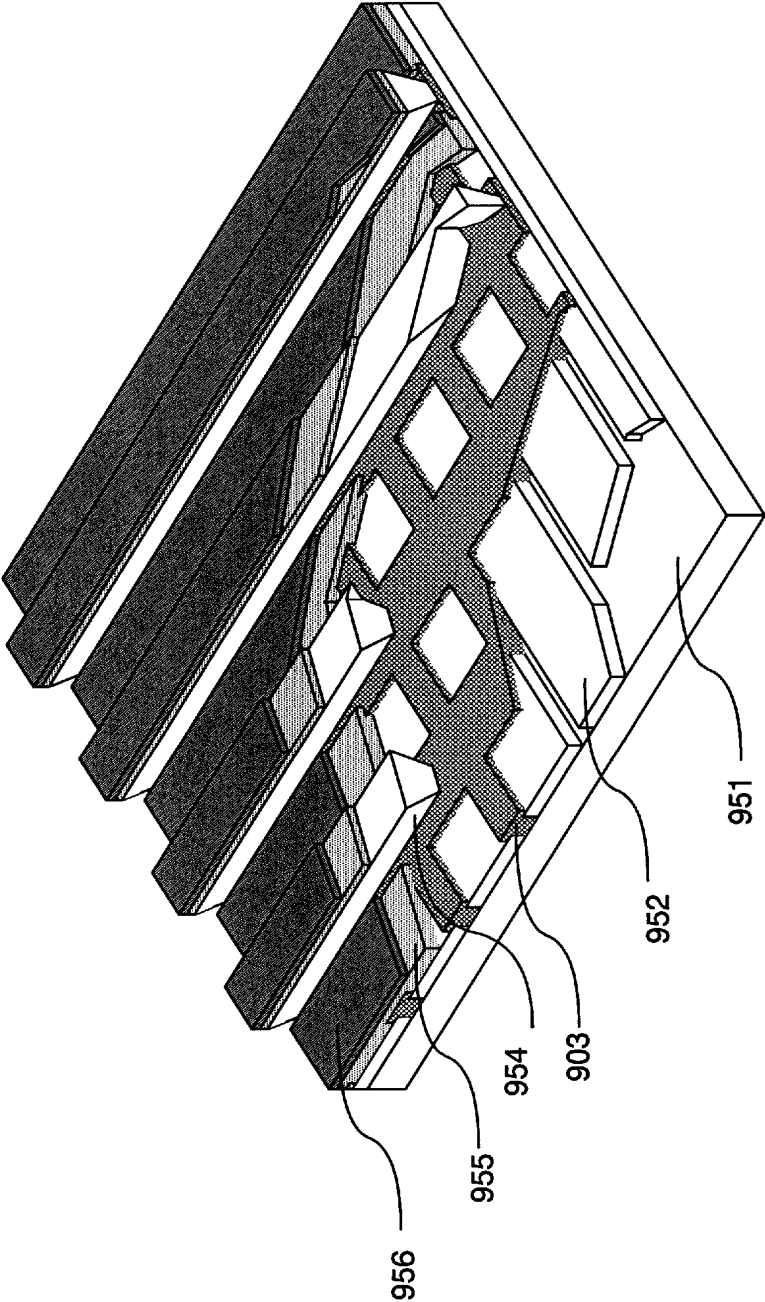




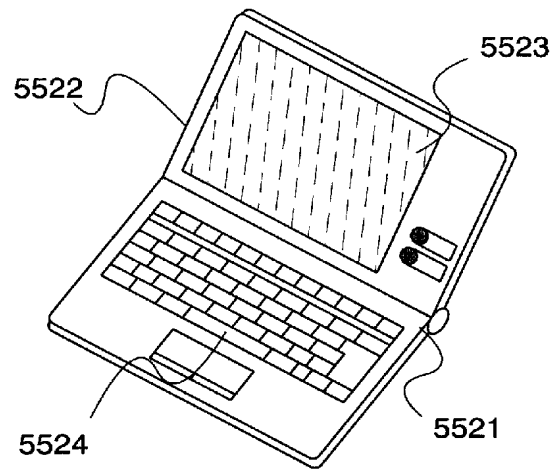




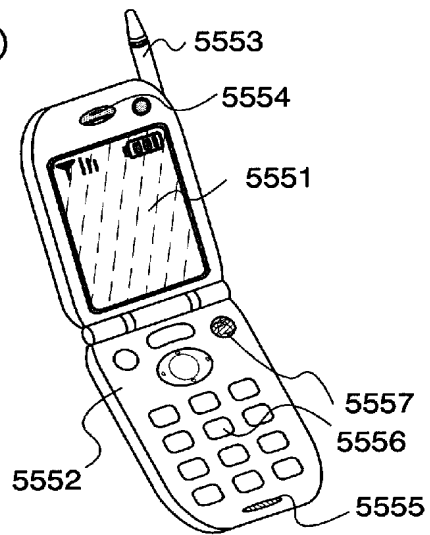




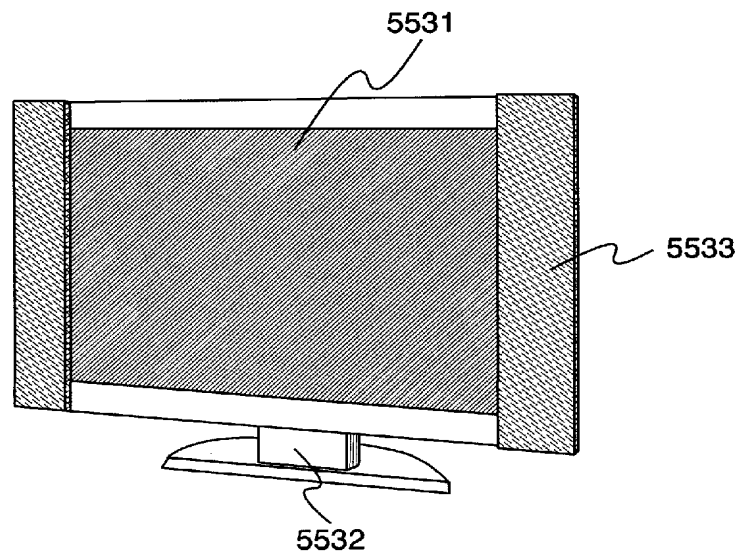
(A)



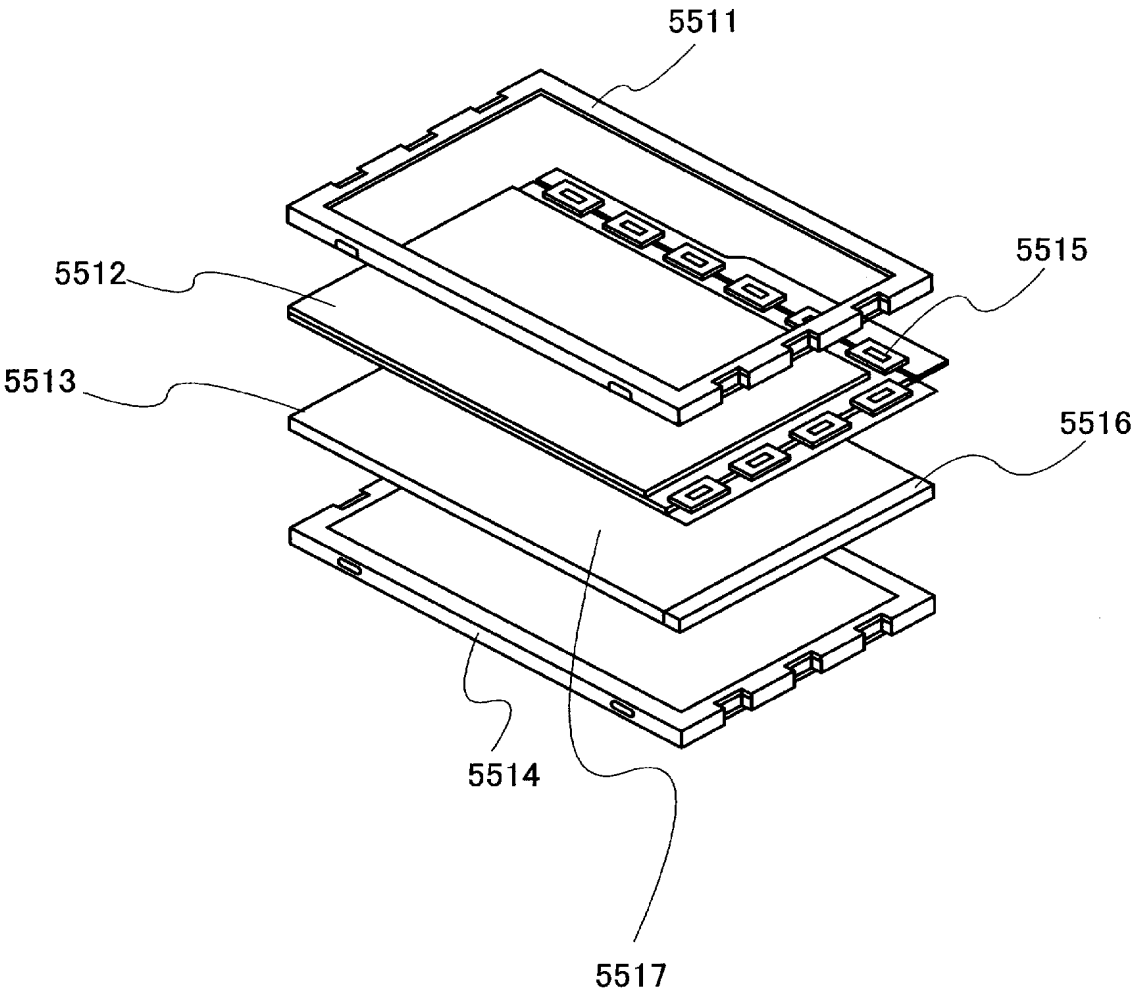
(B)



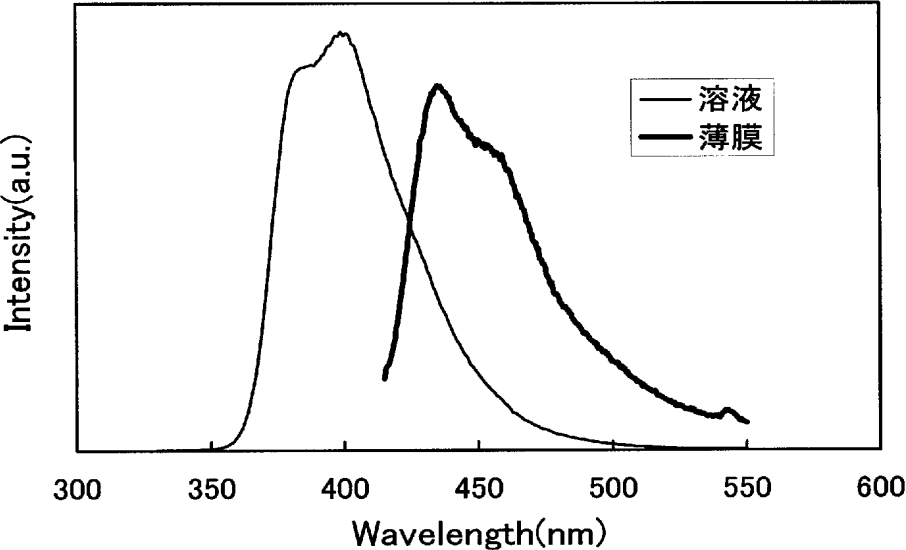
(B)



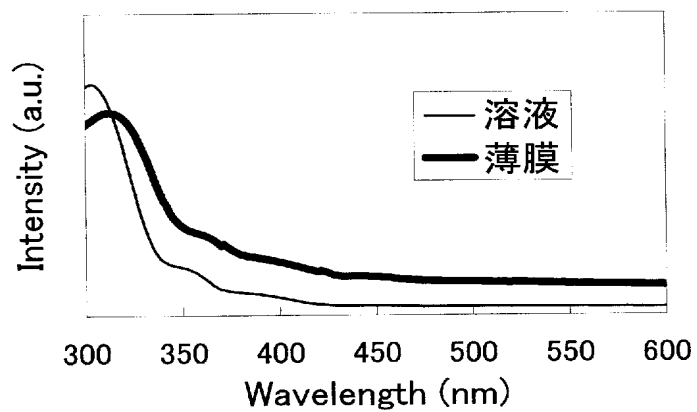
【图 1 4】



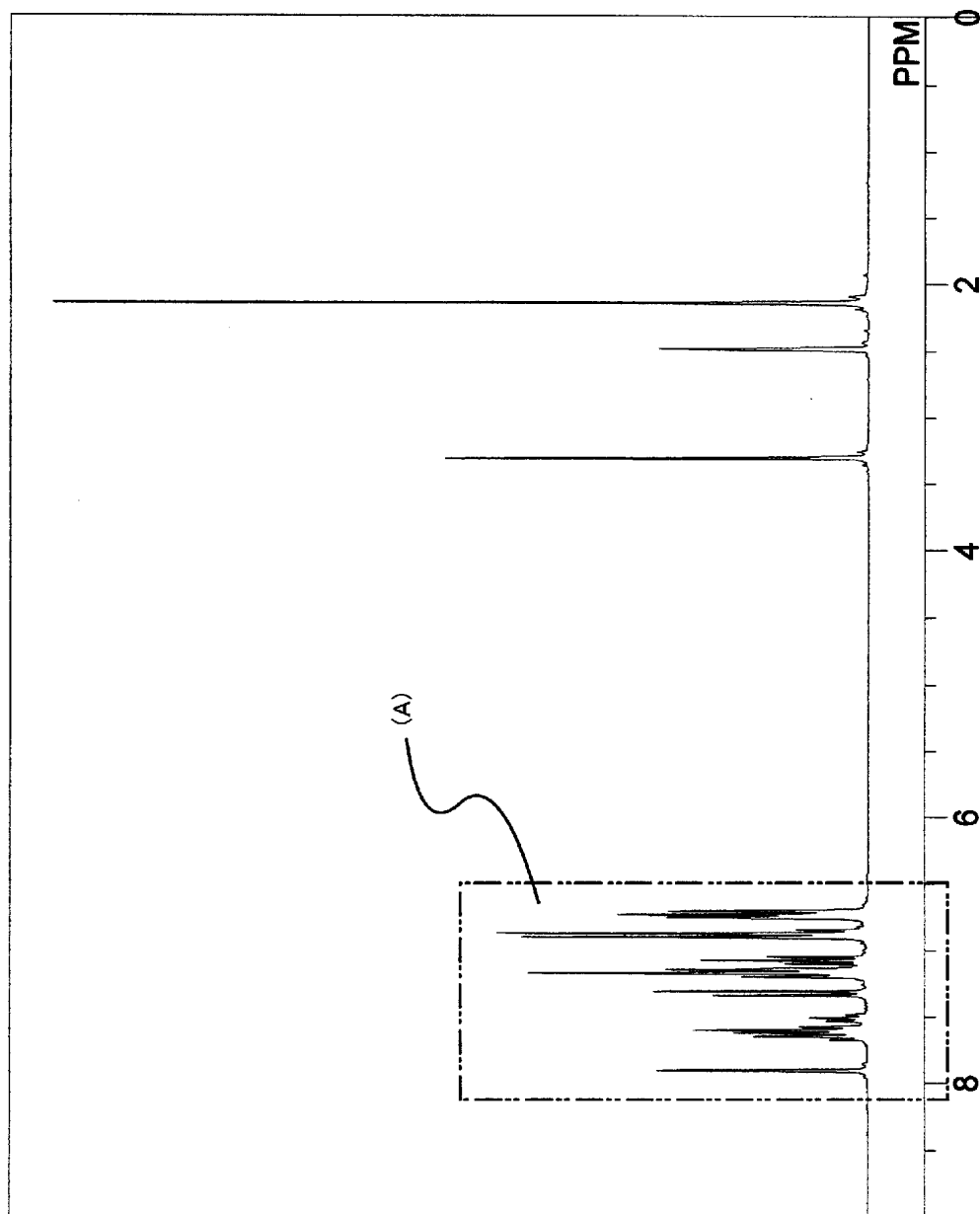
【图 1 5】

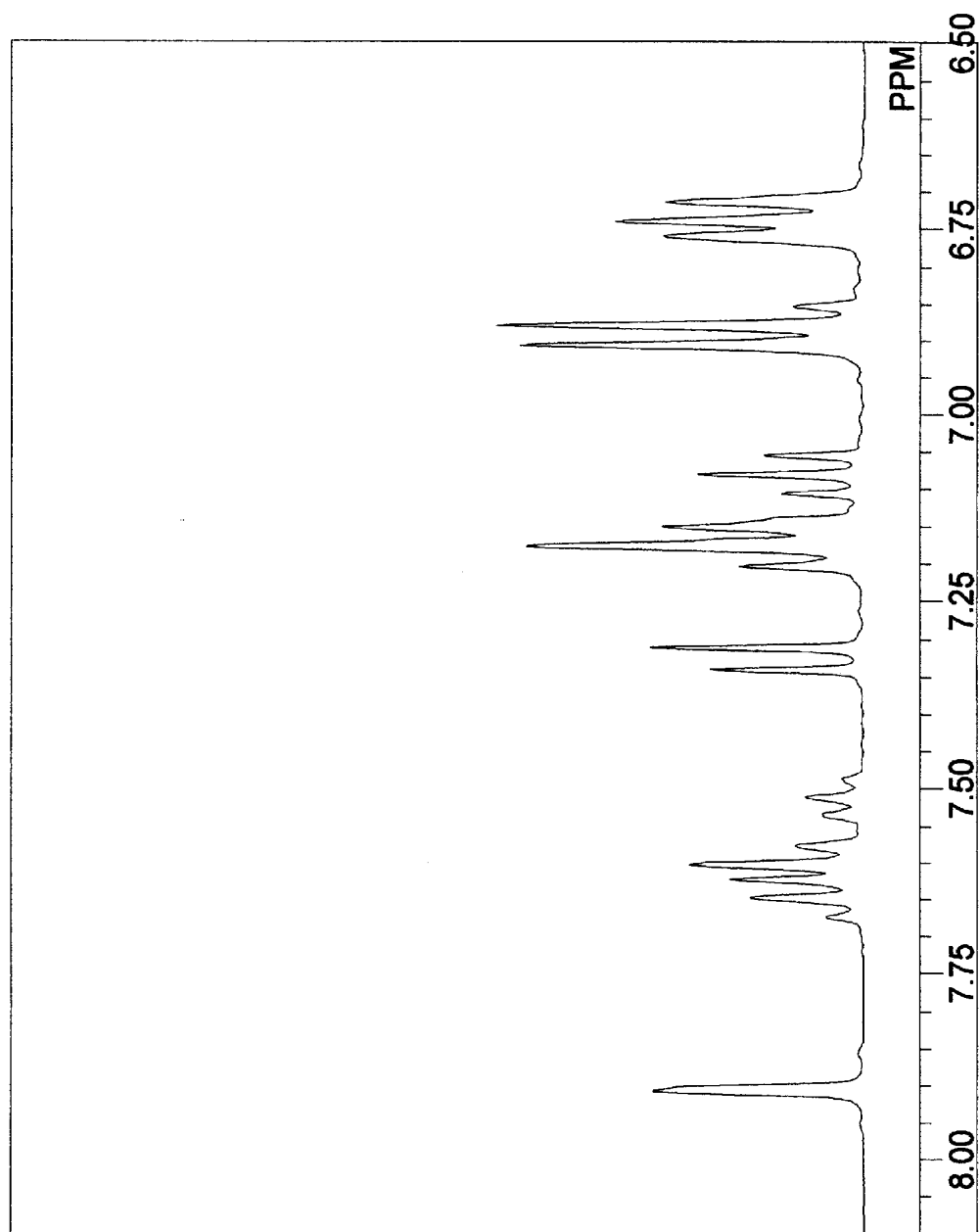


【图 1 6】

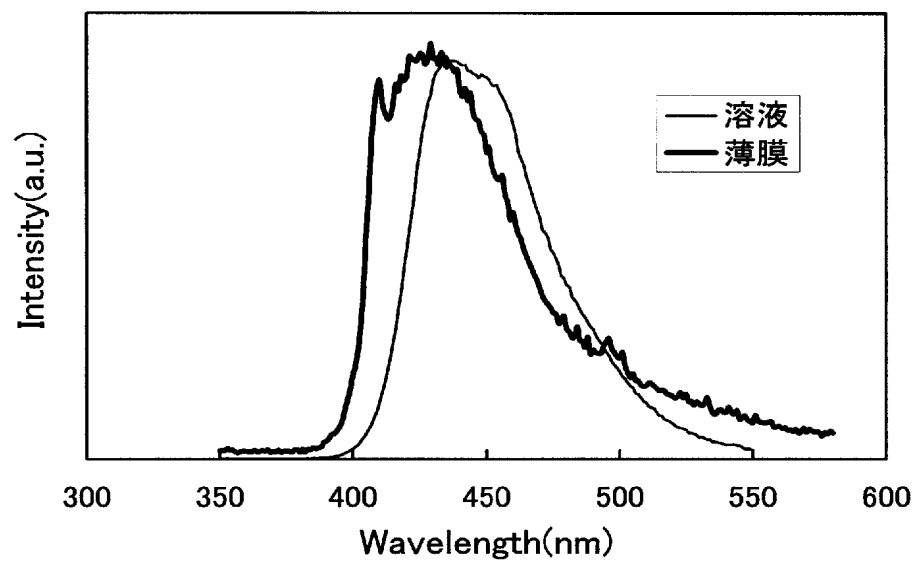


【图 1 7】

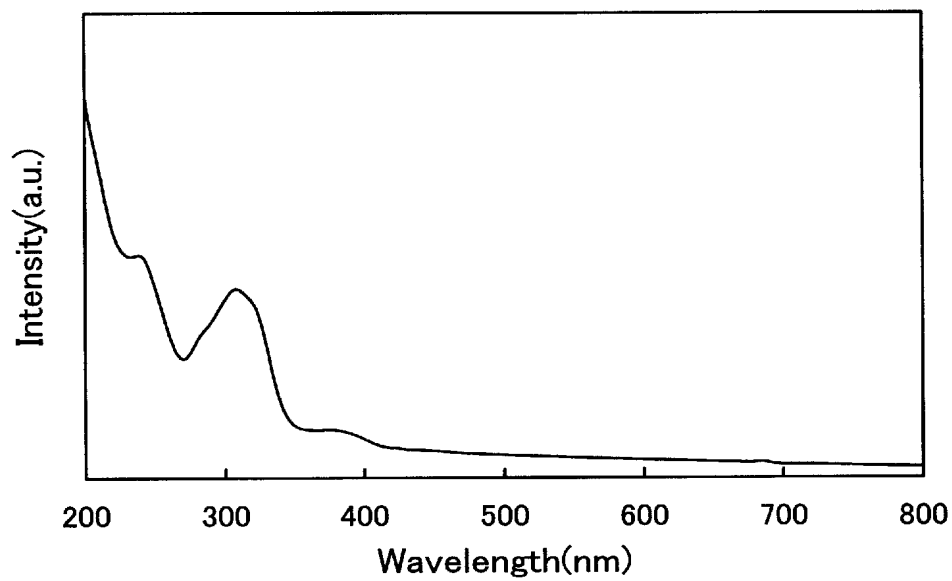


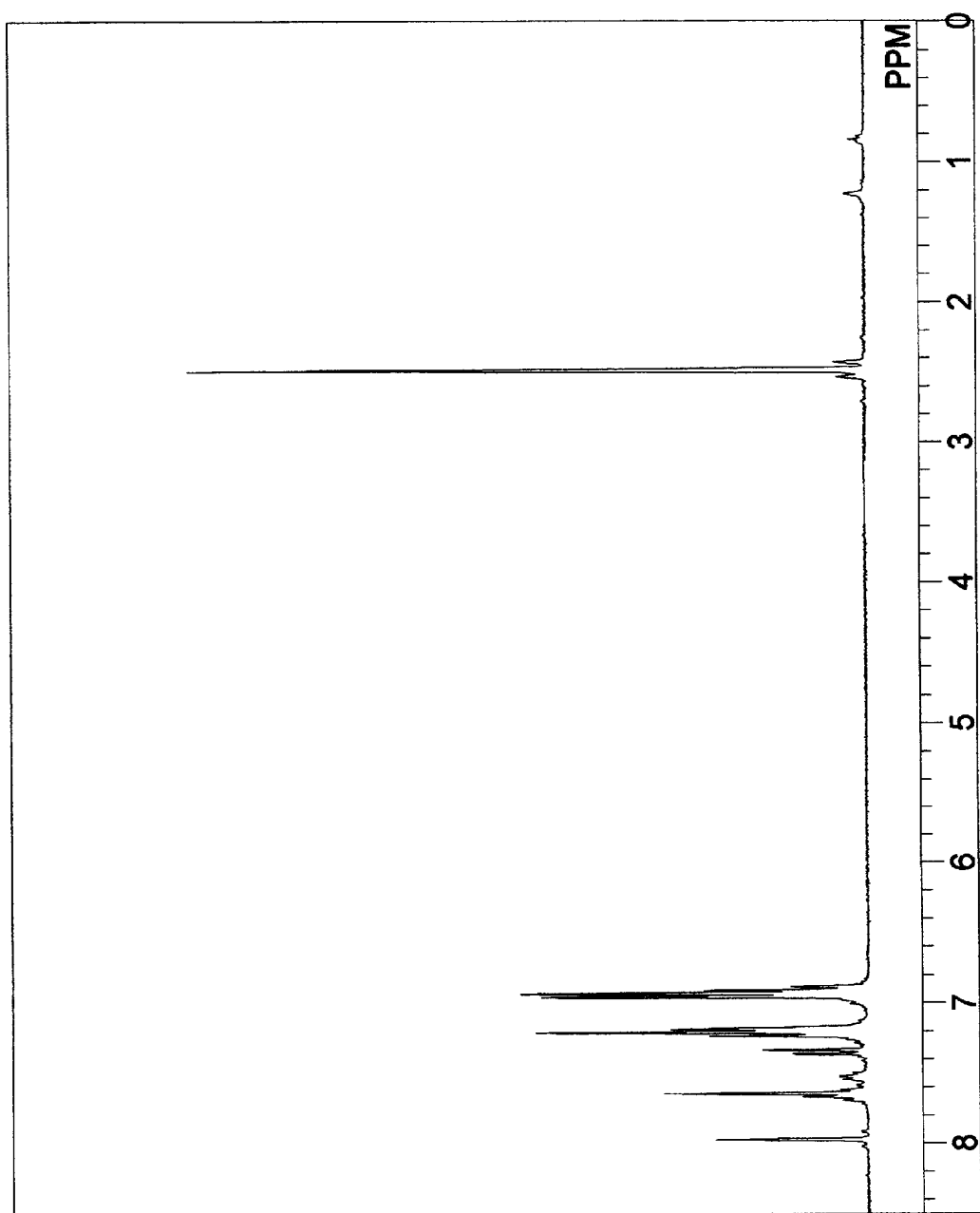


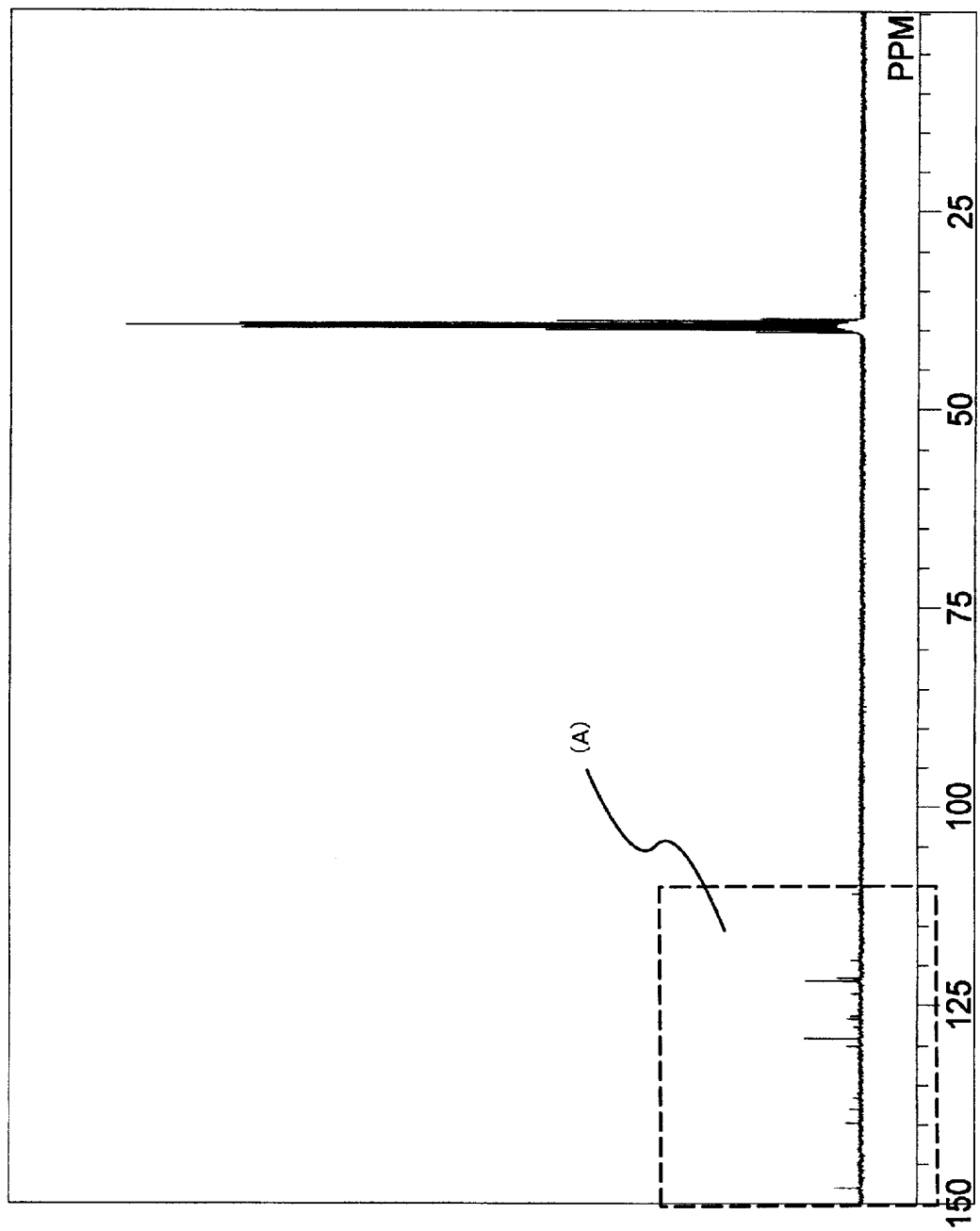
【图 1 9】

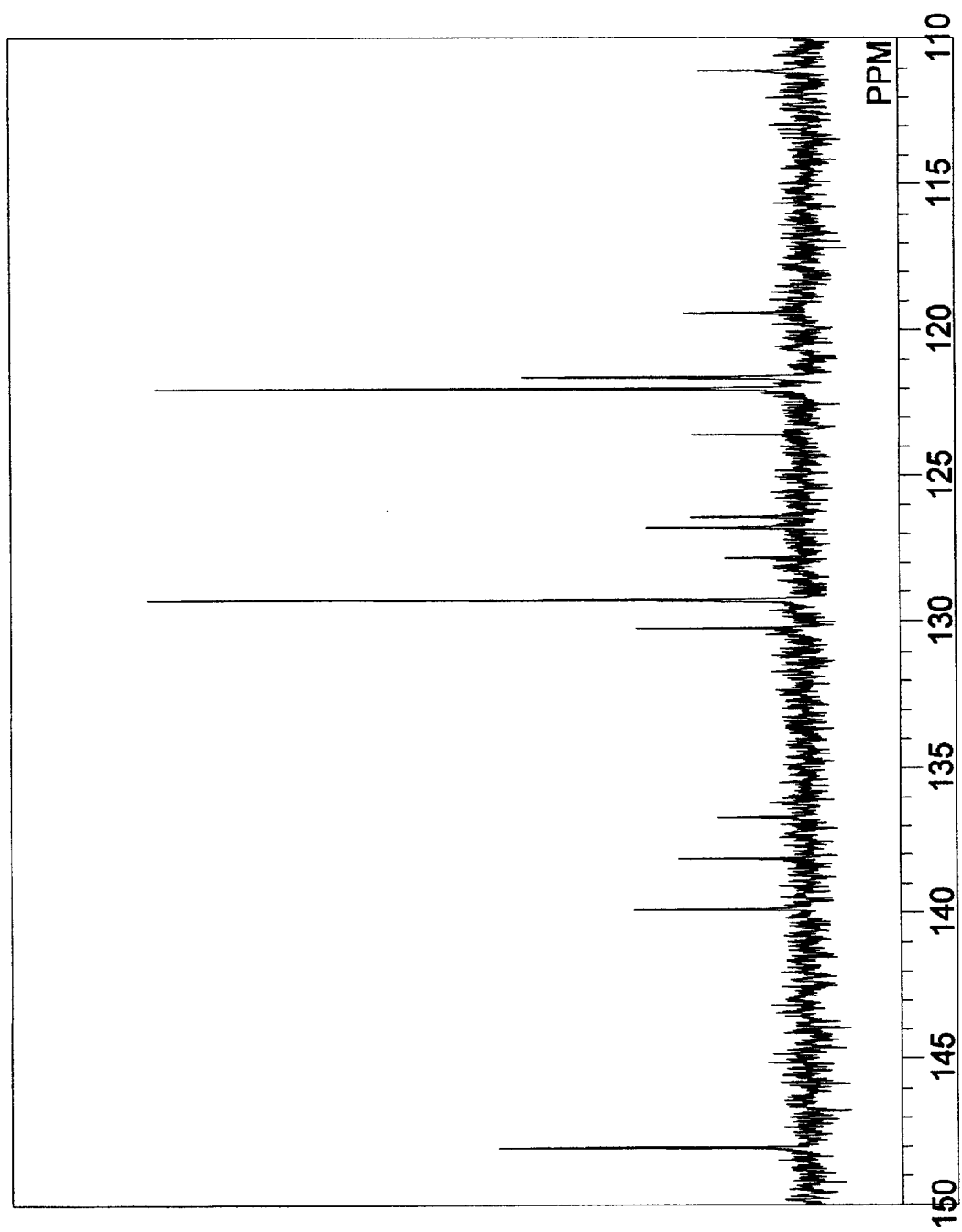


【图 2 0】

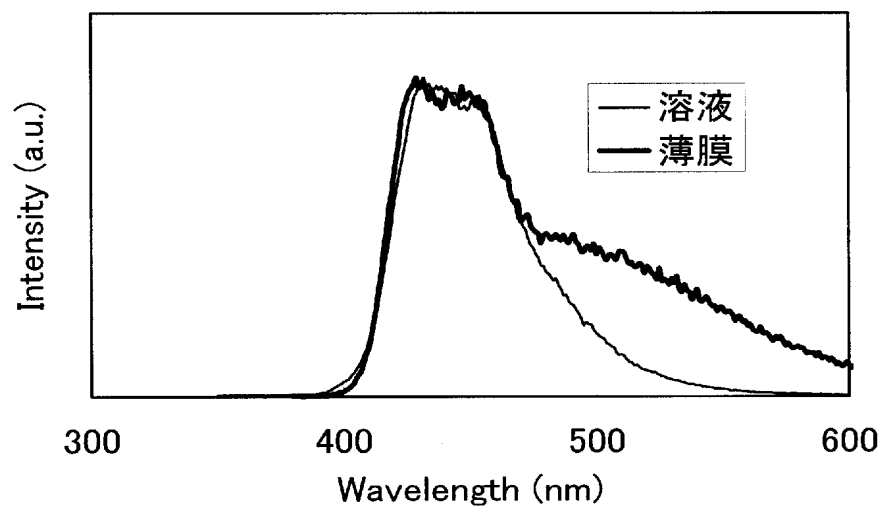




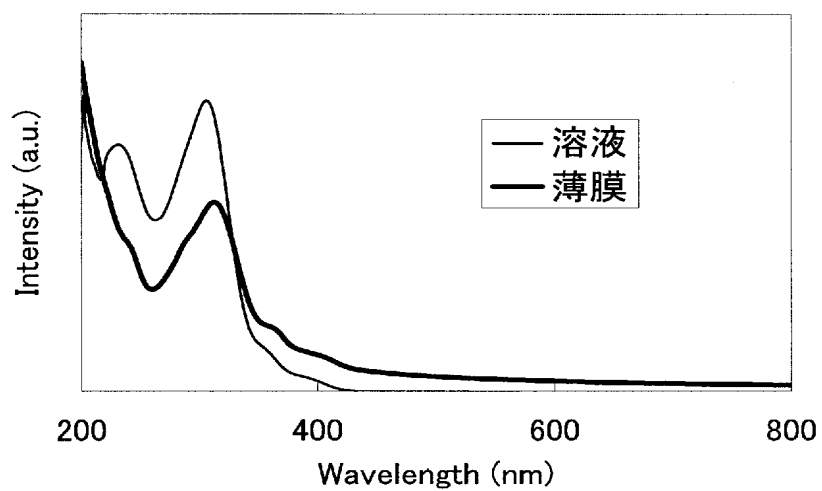




【图 2 4】



【图 2 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、駆動電圧が低く、また従来の発光素子よりもさらに長寿命化できる発光素子を提供することを課題とする。

【解決手段】 第1の電極と第2の電極との間に、発光物質を含む層を含む複数の層を有し、

前記複数の層のうち少なくとも一層は、一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体と、前記一般式（1）で表されるカルバゾール誘導体に対して電子受容性を示す物質とを有することを特徴とする。このような構成とすることにより、上記課題を解決することができる。

【選択図】 図1

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| 【書類名】 | 手続補正書 |
| 【整理番号】 | P008363 |
| 【提出日】 | 平成17年 4月 5日 |
| 【あて先】 | 特許庁長官 殿 |
| 【事件の表示】 | |
| 【出願番号】 | 特願2004-347903 |
| 【補正をする者】 | |
| 【識別番号】 | 000153878 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社半導体エネルギー研究所 |
| 【代表者】 | 山崎 舜平 |
| 【手続補正1】 | |
| 【補正対象書類名】 | 特許願 |
| 【補正対象項目名】 | 発明者 |
| 【補正方法】 | 変更 |
| 【補正の内容】 | |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 中島 晴恵 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 野村 亮二 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 安部 寛子 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 瀬尾 哲史 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 坂田 淳一郎 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |
| 【氏名】 | 熊木 大介 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県厚木市長谷3 9 8番地 株式会社半導体エネ ルギー研究所内 |

 【氏名】 池田 寿雄

【その他】 本特許出願に係る発明の発明者は、「野村 亮二」であるが、漢字の「二」をカタカナの「ニ」と誤って変換したまま出願手続を行った。本手続補正書により発明者を「野村 亮二」に補正する。

出願人履歴

0 0 0 1 5 3 8 7 8

19900817

新規登録

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地

株式会社半導体エネルギー研究所